

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

“FERTILIZANTES FOLIARES EM CULTURAS PERENES:

PEREIRA JAPONESA (*Pyrus pyrifolia* var. culta),

PINHEIRA (*Annona squamosa* L.) e VIDEIRA (*Vitis labrusca* L.)”

REGINA CÉLIA FARIA SIMÃO CANESIN

Orientador: Prof. Dr. Salatiér Buzetti

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Especialidade: Sistemas de Produção.

Ilha Solteira – SP
abril/2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

C221f Canesin, Regina Célia Faria Simão.
Fertilizantes foliares em culturas perenes : pereira japonesa (*Pyrus pyrifolia* var. Culta), pinheira (*Annona squamosa* L.) e videira (*Vitis labrusca* L.) / Regina Célia Faria Simão Canesin. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2008
91 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2008

Orientador: Salatiér Buzetti
Inclui bibliografia

1. Micronutrientes. 2. Quelatos. 3. Plantas – Nutrição. 4. Produção. 5. Frutas - Qualidade.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: FERTILIZANTES FOLIARES EM CULTURAS PERENES: PEREIRA JAPONESA (*Pyrus pyrifolia* var. *culta*), PINHEIRA (*Annona squamosa* L.) e VIDEIRA (*Vitis labrusca* L.)

AUTORA: REGINA CÉLIA FARIA SIMÃO CANESIN

ORIENTADOR: Prof. Dr. SALATIER BUZETTI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em AGRONOMIA pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. SALATIER BUZETTI

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. FRANCISCO MAXIMINO FERNANDES

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. MARCELO ANDREOTTI

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

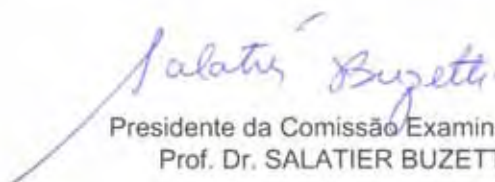
Prof. Dr. EDSON LUIZ MENDES COUTINHO

Departamento de Solos e Adubos / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. RENATO DE MELLO PRADO

Departamento de Solos e Adubos / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 08 de abril de 2008.



Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. SALATIER BUZETTI

**Aos meus filhos Carlos Henrique, Míriam Regina,
Fábio César e ao meu esposo Carlos Alberto
Pelo apoio e incentivo**

Ofereço,

AGRADECIMENTOS

A DEUS PELA VIDA E SAÚDE.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- Campus de Ilha Solteira.

Ao Professor Salatiér Buzetti pela orientação na condução do trabalho.

Aos Professores Francisco Maximino Fernandes, Marcelo Andreotti, Renato de Mello Prado, Edson Luiz Mendes Coutinho pelas sugestões e colaborações dadas ao trabalho.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo-FAPESP, pelo apoio financeiro dado ao projeto e pela concessão da bolsa de doutorado.

Ao produtor Sr. Delcir Sambugari pelo apoio e colaboração na condução do trabalho.

Aos amigos da pós-graduação pelo convívio e amizade.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
1. Introdução Geral.....	10
2. Referências Bibliográficas.....	14
Capítulo 1	
Fertilizantes Foliares com boro e zinco em Pereira Japonesa (<i>Pyrus pyrifolia</i> var. culta).....	16
Resumo.....	16
Abstract.....	17
1.1. Introdução.....	18
1.2. Material e Métodos.....	21
1.2.1. Local e Condições Edafoclimáticas.....	21
1.2.2. Características das plantas e condução do Experimento.....	23
1.2.3. Delineamento Experimental e Tratamentos.....	24
1.2.4. Avaliações.....	26
1.3. Resultados e Discussão.....	27
1.4. Conclusões.....	34
1.5. Referências Bibliográficas.....	35
Capítulo 2	
Fertilizantes Foliares com boro e zinco em Pinheira (<i>Annona squamosa</i> L.).....	39
Resumo.....	39
Abstract.....	40
2.1. Introdução.....	41
2.2. Material e Métodos.....	44
2.2.1. Local e Condições Edafoclimáticas.....	44
2.2.2. Características das plantas e condução do Experimento.....	47
2.2.3. Delineamento Experimental e Tratamentos.....	48
2.2.4. Avaliações.....	50
2.3. Resultados e Discussão.....	51
2.4. Conclusões.....	58
2.5. Referências Bibliográficas.....	59

Capítulo 3

Fertilizantes Foliares com boro e zinco em Videira (<i>Vitis labrusca</i> L.).....	64
Resumo.....	64
Abstract.....	65
3.1. Introdução.....	66
3.2. Material e Métodos.....	69
3.2.1. Local e Condições Edafoclimáticas.....	69
3.2.2. Características das plantas e condução do Experimento.....	72
3.2.3. Delineamento Experimental e Tratamentos.....	73
3.2.4. Avaliações.....	75
3.3. Resultados e Discussão.....	76
3.4. Conclusões.....	83
3.5. Referências Bibliográficas.....	84
APÊNDICE: FOTOS DAS PLANTAS UTILIZADAS NO EXPERIMENTO.....	88

LISTA DE TABELAS

	Página
01. Médias de três colheitas consecutivas para os teores foliares macronutrientes e micronutrientes da pereira japonesa submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.....	28
02. Médias de três colheitas consecutivas para número de frutos por planta, massa, comprimento, diâmetro do fruto e produtividade da planta de pereira japonesa submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.....	30
03. Média de três colheitas consecutivas para pH, os teores de sólidos solúveis totais e acidez total titulável dos frutos de pereira japonesa submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.....	31
04. Médias de três colheitas consecutivas para os teores foliares de macronutrientes e micronutrientes da pinheira submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.....	52
05. Médias de três colheitas consecutivas para número de frutos por planta, massa, comprimento, diâmetro do fruto e produtividade da pinheira submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.....	54
06. Médias de três colheitas consecutivas para número de sementes, massa das sementes por frutos, pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável dos frutos da pinheira submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.....	55

LISTA DE TABELAS

	Página
07. Médias de três colheitas consecutivas para os teores foliares de macronutrientes e micronutrientes da videira submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.....	77
08. Médias de três colheitas consecutivas para número médio de cachos por planta; massa, comprimento e diâmetro médio dos cachos e produtividade da videira submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.....	79
09. Média de três colheitas consecutivas para o número de bagas por cacho; massa, comprimento e diâmetro médio das bagas, pH; sólidos solúveis totais e acidez total titulável dos frutos de videira submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.....	80

LISTA DE QUADROS

	Página
01. Análise química do solo da área de Pereira Japonesa antes da aplicação dos tratamentos. Ilha Solteira-SP.....	21
02. Médias mensais da temperatura, umidade relativa e chuvas da região de Ilha Solteira-SP, período de Janeiro de 2004 a Dezembro de 2007.....	22
03. Tratamentos utilizados no experimento com a Pereira Japonesa.....	25
04. Análise química do solo da área de Pinheira antes da aplicação dos tratamentos. Ilha Solteira-SP.....	44
05. Médias mensais da temperatura, umidade relativa e chuvas da região de Ilha Solteira-SP, período de Janeiro de 2004 a Dezembro de 2007.....	46
06. Tratamentos utilizados no experimento com a Pinheira.....	49
07. Análise química do solo da área da Videira antes da aplicação dos tratamentos. Ilha Solteira-SP.....	69
08. Médias mensais da temperatura, umidade relativa e chuvas da região de Ilha Solteira-SP, período de Janeiro de 2004 a Dezembro de 2007.....	71
09. Tratamentos utilizados no experimento com a Videira.....	74

1. INTRODUÇÃO GERAL

Segundo Lopes (1999), os principais motivos que despertaram o maior interesse pela utilização de fertilizantes contendo micronutrientes no Brasil foi o início da ocupação da região dos cerrados, formada por solos deficientes em micronutrientes; o aumento da produtividade de inúmeras culturas com maior remoção e exportação de todos os nutrientes; a incorporação inadequada de calcário ou a utilização de doses elevadas acelerando o aparecimento de deficiências induzidas; o aumento na proporção de produção e utilização de fertilizantes NPK de alta concentração; e o aprimoramento da análise de solos e análise foliar como instrumentos de diagnose de deficiências de micronutrientes.

No Brasil vêm sendo utilizadas três filosofias básicas para aplicação de micronutrientes. De acordo com Lopes (2001), a primeira delas a filosofia de segurança que foi iniciada quando houve a incorporação dos cerrados no processo produtivo. Por princípio, essa filosofia não utiliza dados de análise de solos e análise de plantas e são recomendados, geralmente, mais de um ou todos micronutrientes levando em conta possíveis problemas de deficiência em uma região, tipo de solo ou cultura específica. Em culturas de alto valor comercial, como hortaliças e frutíferas, muitos agricultores ainda hoje, usam a adubação de segurança, incluindo vários ou todos os micronutrientes.

Na segunda filosofia a de prescrição as recomendações são mais equilibradas e de certa forma protegem contra os antagonismos que possam vir a ocorrer na nutrição mineral das plantas. Contudo, para sua utilização é necessária uma sólida base experimental referente à seleção ou desenvolvimento e calibração de métodos de análises de solo e/ou planta. A terceira filosofia a de restituição tem por objetivo restituir ao solo as quantidades de micronutrientes retiradas pelas colheitas e assim evitar que eles se esgotem ou se tornem deficientes.

Dentre os micronutrientes, o boro e o zinco merecem atenção especial por se tratarem de elementos cujas deficiências apresentam em maior frequência nas culturas. A participação destes elementos é também de fundamental importância, pois estes estão diretamente relacionados à formação e qualidade dos frutos (MALAVOLTA et al., 1997).

Uma das características de deficiência de boro em frutíferas é a floração excessiva, porém com baixo pegamento dos frutos, que caem prematuramente. Os sintomas nos frutos são deformações, depósitos de goma e produção de sementes deformadas. Com relação ao zinco, observa-se que quando nos casos de deficiência severa, o florescimento e a frutificação são comprometidos, resultando em frutos pequenos, afilados e deformados (QUAGGIO; PIZA JUNIOR, 2001).

O boro pode ser absorvido como ácido bórico não dissociado sendo pouco móvel na planta (MALAVOLTA et al., 1997). Admite-se de modo geral que é transportado somente no xilema, sendo praticamente imóvel no floema. A falta de redistribuição ou esta sendo insuficiente tem como consequência em espécies perenes para uma correção rápida de deficiência aplicações foliares repetidas. Porém, de acordo com Brown e Shelp (1997), o B é prontamente translocado em algumas espécies como consequência da formação de complexos B-poliol. Foi demonstrado que o boro exibe rápida e significativa mobilidade no floema de espécies como pera, maçã, cereja, aipo e azeitona as quais produzem polióis como fotossintético primário. Nestas espécies produtoras de polióis como o manitol, sorbitol e dulcitol, as aplicações foliares desse nutriente podem ser utilizadas para corrigir deficiências de boro e suprir de boro a flor e o fruto. Repostas significativas à aplicação foliar desse nutriente na frutificação têm sido observadas em muitas espécies frutíferas em consequência desta mobilidade.

O Zn é pouco móvel nas plantas, sendo absorvido pelas folhas como Zn^{+2} podendo chegar aos frutos e às regiões em crescimento, porém nem sempre em quantidades suficientes. Há evidência de que também pode se absorvido como quelato, como relatado por Malavolta (2006) em quelatos de Zn aplicados em folhas de cafeeiro se moveram destas para outros órgãos em maior proporção que as fontes minerais.

Dentre as formas de aplicação dos micronutrientes, a adubação foliar de tem sido a forma mais utilizada para se evitar a adsorção exagerada de elementos metálicos, que de modo geral são muito reativos com os colóides do solo, o que reduz a disponibilidade para as plantas (QUAGGIO; PIZA JUNIOR, 2001).

De acordo com Malavolta et al. (1997), os elementos depositados na superfície da folha atravessam a cutícula e as paredes das células epidérmicas, são absorvidos através da membrana citoplasmática e atingem o citoplasma ou o vacúolo. Uma vez absorvido o movimento do elemento do local de absorção para outro qualquer, ou seja, transporte à longas distâncias, pode ocorrer via apoplasto e via simplasto. Em qualquer caso, dependendo do elemento, o transporte pode se dar em forma diferente da absorvida, e ocorre predominantemente no xilema, com exceção do potássio que pode ser transportado também pelo floema. Na planta o movimento de nutriente de um órgão para outro, ou de uma folha velha para uma nova, se dá pelo processo da redistribuição e ocorre predominantemente pelo floema, embora em muitos casos e condições, essa redistribuição não é suficiente para atender às exigências dos órgãos mais novos.

As fontes de micronutrientes assumem um papel importante quanto à eficiência agrônômica, destacando-se dentre vários aspectos aqueles ligados à solubilidade. De acordo com Mortvedt (1991) citado por Lopes e Souza (2001), a solubilidade das fontes de cobre, de

ferro, de manganês e de zinco é maior nas soluções de polifosfatos, do que nas de ortofosfatos. O autor observou que a eficiência de ZnSO_4 , ZnO ou ZnEDTA para o milho, em solução de ortofosfatos ou polifosfatos (16-40%) foi semelhante à da aplicação dessas fontes isoladamente, e que embora a maioria dos quelatos sintéticos seja compatível com fertilizantes fluidos, complexos de cobre, de ferro, de manganês e de zinco podem não ser compatíveis com os mesmos.

Observa-se ainda de modo semelhante ao que acontece na absorção radicular (MALAVOLTA, 2006) quando está presente em uma solução mais de um elemento químico, estes podem influenciar aumentando ou inibindo de forma competitiva ou não, a absorção do outro. São os casos de inibição competitiva o que acontece entre o Ca/Cu ; Cu/Zn ; Mn/Mg ; NO_3/Cl ; SO_4/MoO_4 ; Fe/Mn ; K/Ca e não competitiva entre o B/Zn ; P/Cu ; P/Zn ; P/Mn ; P/Fe e N/B . Há sinergismo, ou seja, quando a presença de um elemento faz aumentar a absorção de outro como o que acontece entre Mg/P ; P/Mo ou quando por exemplo o Ca em baixas concentrações promove o aumento na absorção de qualquer elemento catiônico ou aniônico. No caso particular da uréia, devido a sua forma não carregada eletricamente, essa tem uma difusão facilitada através da cutícula abrindo “passagens” que ajudam a sua entrada e de outros elementos na célula, assim os produtos como defensivos ou outros podem ter sua absorção aumentada quando acompanhados pela uréia.

Em aplicações foliares, a fonte de boro mais recomendada é o ácido bórico, que devido à reação ácida, é compatível com a maioria dos defensivos agrícolas (QUAGGIO; PIZA JUNIOR, 2001). Em culturas perenes quando recomendadas nas tabelas de adubação a aplicação foliar pode ser realizada utilizando-se a solução de sais inorgânicos solúveis em água (ABREU; RAIJ, 1997).

Desde 2005 tem-se observado um aumento do volume de fertilizantes vendidos, segundo estatísticas da Associação nacional para difusão de adubos (2008) em 2006 houve um aumento de 3,9 % em relação a 2005 e em 2007 esse aumento foi ainda maior chegando a 17,3 % em relação ao ano de 2006 e motivados pela propaganda e grande oferta de produtos existentes no mercado, sobretudo formulações com micronutrientes quelatizados. Assim, os produtores vêm utilizando a aplicação foliar como forma de fornecimento de nutrientes às plantas sendo que os resultados dessas aplicações são ainda controvertidos.

Segundo Lopes (1999), os quelatos sintéticos são formados pela combinação de um agente quelatizante com um metal através de ligações coordenadas. A estabilidade da ligação quelato-metal determina, geralmente, a disponibilidade do nutriente aplicado para as plantas. Os quelatos são geralmente bastante solúveis, mas, diferentemente dos sais simples, dissociam-se muito pouco em solução, isto é, o ligante tende a permanecer ligado ao metal. Esse é um aspecto da maior importância para a tomada de decisão quanto à fonte a ser

aplicada e quando se pretende uma alta eficiência agronômica da aplicação via solo em áreas que, por qualquer motivo, estejam na faixa de pH acima de 6,0 e/ou saturação por bases acima de 70 %, por exemplo.

Os principais agentes quelatizantes utilizados na fabricação de fontes de micronutrientes são: ácido etilenodiaminotetraacético (EDTA), ácido N (hidroxietil) etilenodiaminotetraacético (HEDTA), ácido dietilenotriaminopentaacético (DTPA), ácido etilenodiamino (o-hidrofenil acético) (EDDHA), ácido nitrilo acético (NTA), ácido glucoheptônico e ácido cítrico, sendo o mais comum o EDTA.

Estudando a eficiência de várias fontes de micronutrientes em citrus, Caetano (1982) observou que a aplicação foliar do quelato Grex Citrus, na dose de 200 ml em 100 litros de água, foi suficiente para elevar os teores foliares de Zn, Mn e B, contudo não houve um aumento na produção, massa média dos frutos, porcentagem de suco, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e ratio.

Santos et al. (1999), quando compararam a eficiência de adubos foliares quelatizados contendo B, Mn e Zn com a aplicação convencional de sulfato de Zn, sulfato de Mn; ácido bórico, cloreto de potássio e cloreto de Zn em plantas de laranja Pera (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), observaram que os quelatos (Grex citros, Basf foliar, Copas Citros, Plantin Citros, Citrol e Fertamin Citros) e os sais foram eficientes como fornecedores Mn e Zn, mas não de B. Maeda (2005), no entanto, observou que a aplicação foliar de ácido bórico e sulfato de zinco com EDTA em plantas de abacaxi foram eficientes no fornecimento desses micronutrientes, porém não houve alteração da produção e qualidade dos frutos.

Considerando a definição de quelatos, observa-se que dentre os micronutrientes o B não é passível de quelatização, no entanto existem no comércio produtos contendo B e agentes quelatizantes, e sendo utilizado pelos produtores sem um embasamento científico adequado. Neste sentido, buscando obter respostas sobre a aplicação de fertilizantes com micronutrientes via foliar em culturas perenes, esta pesquisa teve por objetivo a investigação dos efeitos da aplicação de fertilizantes foliares com B e Zn sobre a nutrição, produção e qualidade dos frutos de Pereira Japonesa, Pinheira e Videira.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. A.; RAIJ, B. van. Adubação com micronutrientes, In: _____. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p.27 (Boletim técnico, 100).

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. Estatísticas. Disponível em: www.anda.org.br/estatística_2006.pdf. Acesso em: 11 abr. 2008.

BROWN, P. H.; SHELPS, B.J. Boron mobility in plants. **Plant and Soil**, The Hague, v.193, p.85-101, 1997.

CAETANO, A.A. **Estudo da eficiência de várias fontes dos micronutrientes, zinco, manganês e boro aplicados em pulverizações na laranjeira ‘Valência’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)**. 1982. 46 f. Dissertação (Mestrado-Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.

LOPES, A.S. **Micronutrientes filosofias de aplicação e eficiência agrônoma**. São Paulo: ANDA, 1999. 58p. (Boletim técnico, 8).

LOPES, A.S.; SOUZA, E.C.A. Filosofias e eficiência da aplicação. In: FERREIRA, M.E. et al. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: POTAFOS, 2001. p. 268.

MAEDA, A. S. **Adubação foliar e axilar na produtividade e qualidade de abacaxi**. 2005. 43 f. Dissertação (Mestrado-Agronomia)-Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

QUAGGIO, J.A.; PIZA JUNIOR, C.T. Fruteiras tropicais. In: FERREIRA, M.E. et. al. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: POTAFOS, 2001. p. 459-492.

SANTOS, C.H.; DUARTE FILHO, J.; MODESTO, J.C.; GRASSI FILHO, H.; FERREIRA, G. Adubos foliares quelatizados e sais na absorção de boro, manganês e zinco na em laranja 'Pera'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.999-1004, 1999.

CAPÍTULO 1

FERTILIZANTES FOLIARES COM BORO E ZINCO EM PEREIRA JAPONESA

RESUMO

São utilizadas várias fontes de B e Zn nas adubações foliares como ácidos, sulfatos, óxidos inorgânicos e quelatos. Assim, a aplicação de fertilizantes via foliar vem sendo realizada com relativa frequência, sendo que os resultados dessas aplicações são ainda controvertidos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da aplicação de fertilizantes foliares com B e Zn sobre a nutrição, produção e qualidade dos frutos de pereira japonesa. O experimento foi conduzido no período de 2004 a 2007, no município de Ilha Solteira, localizado na região noroeste do Estado de São Paulo-Brasil. Foram utilizadas plantas de pereira japonesa, cv. Okusankichi, enxertada em *pyrus communis* L., com três anos de idade, irrigadas por microaspersão e fontes nas doses de 110 g ha⁻¹ de B e 250 g ha⁻¹ de Zn em cada tratamento, sendo os tratamentos: T1. Apenas água; T2. Ácido bórico; T3. Sulfato de zinco; T4. T2 + T3; T5. Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA; T6. Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA; T7. T5 + T6; T8. Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio; T9. Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg e T10. T8+T9. Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições e compararam-se as médias utilizando-se o teste de Tukey a 5%. Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que: 1. O produto comercial 8 (Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio) foi mais eficiente no fornecimento de B às plantas; bem como, o produto comercial 6 (Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA) foi mais eficiente no fornecimento de Zn à pereira japonesa; 2. Os aumentos dos teores foliares de boro e de zinco não foram suficientes para alterar os componentes da produção da pereira japonesa; 3. O produto comercial 5 (Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA) promoveu uma elevação da acidez total titulável.

Palavras-chave: *Pyrus pyrifolia* var. culta, micronutrientes, quelatos, nutrição, produção, qualidade de frutos.

LEAF SPRAY FERTILIZATION OF BORON AND ZINC ON JAPANESE PEAR TREE

ABSTRACT

The application leaf spray fertilization of boron and zinc has been often used; the results of these applications are misinterpreted yet. In this context, the objective of this research was to verify the effect of leaf spray fertilization of B and Zn on the nutrition, production and quality of fruits of Japanese pear tree. The experiment was conducted in the period from 2004 to 2007, in Ilha Solteira, northwestern Sao Paulo State – Brazil. It was used plants of Japanese pear tree, Okusankichi cultivar, grafted on *pyrus communis* L. rootstock as well as doses of 110 g ha⁻¹ of B e 250 g ha⁻¹ of Zn in each application according each treatment, which were: T1. Water; T2. Boric acid; T3. Zinc sulfate; T4. T2 + T3; T5. Boric acid + urea + citric acid + EDTA, T6. Zinc sulfate + urea + citric acid + EDTA, T7. T5 + T6, T8. Boric acid + urea + citric acid + EDTA + sodium molybdate + sulfur + calcium chloride, T9. Zinc sulfate + urea + citric acid + EDTA + Fe sulfate + Mn sulfate + Mg sulfate and, T10. T8+T9. A randomized blocks design was used and the averages were compared by Tukey test at 5%. Based on the results we may conclude that: 1. The commercial product to treatment n.8 (boric acid + urea + citric acid + EDTA + sodium molybdate + sulfur + calcium chloride) was efficient to provide B to Japanese pear tree, as well as, that to treatment n. 6 (zinc sulfate + urea + citric acid + EDTA) was efficient to provide Zn to Japanese pear tree, 2. The increasing of the leaf contents of B and Zn were not sufficient to modify the components of production, 3. The commercial product to treatment n. 5 (boric acid + urea + citric acid + EDTA) promoted an elevation of total titratable acidity.

Keywords: *Pyrus pyrifolia* var. culta, micronutrients, quelates, nutrition, production, fruit quality.

1.1. INTRODUÇÃO

Segundo Barbosa et al. (2003), analisando-se os dados do Projeto LUPA (Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agrícola do Estado de São Paulo) e de consultas aos fruticultores de diversas regiões paulistas nos anos de 1998 a 2002, constataram que a pereira foi classificada como a sétima frutífera de clima temperado mais cultivada no território paulista. As principais cultivares relatadas foram as pereira européias como as ‘Pera D’água’, ‘Smith’ e as pereiras asiáticas ‘Okusankichi’, ‘Kosui’, ‘Hosui’ e ‘Atago’ que estão distribuídas na região de Presidente Prudente e Sorocaba.

De acordo com Faoro (2001), em termos de classificação, as cultivares de pereira podem ser divididas em Européias (*Pyrus communis* L.) e as Asiáticas que ainda são subdivididas em dois subtipos como a Pera chinesa (*Pyrus bretschneideri* e *Pyrus ussuriensis*) e Pera japonesa (*Pyrus pyrifolia* var. culta). Com a vinda dos imigrantes japoneses do Estado do Rio Grande do Sul, em 1964, para fundar a colônia japonesa de Celso Ramos no Estado de Santa Catarina, teve início o cultivo da pereira japonesa trazida do Japão, e em 1974 foram plantadas as primeiras cultivares para pesquisa na estação experimental de São Joaquim/SC, e em 1978, na estação experimental de Caçador/SC. Somente a partir de 1991 foram implantados os primeiros pomares comerciais. No município de Frei Rogério, local pioneiro da pereira japonesa, as principais cultivares plantadas em 2001 foram as ‘Housui’, ‘Nijisseiki’ e ‘Kousui’.

A pereira japonesa com menor exigência de frio em relação às pereiras européias (BASSO; SUZUKI, 2001) vem despontando como uma alternativa promissora para o produtor na região noroeste de São Paulo. Entretanto, apesar de haver interesse por parte dos agricultores em investir no cultivo da pereira japonesa, a expansão do plantio na região noroeste do estado de São Paulo, está limitada a pouca informação existente sobre a cultura e assim os produtores utilizam técnicas importadas de outras regiões produtoras ou até mesmo uma associação de práticas utilizadas para outras culturas, destacando-se a aplicação foliar de micronutrientes.

Segundo Lopes e Souza (2001), há vários fatores que contribuíram para o interesse e uso da prática da adubação foliar. O cultivo continuado de certas áreas tornou freqüente o aparecimento de deficiências minerais que, muitas vezes, são corrigidas eficientemente mediante pulverizações foliares, enquanto, as aplicações do elemento no solo nem sempre dão resultados satisfatórios. As dificuldades representadas pela lixiviação ou pela fixação dos nutrientes no solo podem assim ser evitadas através da adubação foliar, de tal modo que a resposta obtida ao fornecimento de uma dada quantidade de nutrientes em falta, muitas vezes é bem maior do que a conseguida com a aplicação tradicional via solo. No que tange aos

micronutrientes, as necessidades totais das culturas podem freqüentemente ser satisfeitas com somente uma aplicação.

Segundo Quaggio e Piza Junior (2001), a adubação foliar tem sido a forma mais utilizada para aplicar micronutrientes, não somente porque a quantidade necessária é pequena, mas também para se evitar a adsorção exagerada de elementos metálicos, que de modo geral são muito reativos com os colóides do solo, o que reduz a disponibilidade para as plantas. Entretanto, os micronutrientes têm baixa mobilidade ou são quase imóveis no floema, como é o caso do manganês e do boro. As fontes mais recomendadas de micronutrientes metálicos são sais formados com íons cloreto, sulfato e nitrato. Em aplicações foliares, a fonte de boro mais recomendada é o ácido bórico, que devido à reação ácida, é compatível com a maioria dos defensivos agrícolas.

Porém, a solubilidade ou não em água é um dos importantes atributos para orientar o modo de aplicação. As recomendações de adubações de micronutrientes, quando indicadas nas tabelas de adubação das culturas, são para aplicações localizadas, no sulco ou em covas, ou mesmo na superfície do solo, para culturas perenes, exceto naqueles casos em que é prescrita a aplicação foliar. Nestes casos, na aplicação foliar pode ser utilizada solução de sais inorgânicos solúveis em água (ABREU; RAIJ, 1997).

Dentre os micronutrientes, o boro e o zinco merecem atenção especial por se tratarem de elementos cujas deficiências apresentam em maior frequência nas culturas. A participação destes elementos é também de fundamental importância, pois estes estão diretamente relacionados à formação e qualidade do fruto (MALAVOLTA et al., 1997).

Conforme relatado por Basso e Suzuki (2001), os sintomas de deficiência de boro em pereira japonesa aparecem inicialmente nas zonas de crescimento. Nos frutos ocorre cortiça externa e interna resultado da morte de células que paralisam o crescimento, com continuidade do desenvolvimento dos frutos ocorre rachadura nos mesmos. Na polpa podem aparecer cavidades. A deficiência de boro provoca ainda a queda de frutos. Durante o período de floração da pereira, há um aumento na exigência de boro, de acordo com Hoffmann (2003), o que pode causar deficiência do nutriente nos tecidos, mas aplicações com bórax na fase de botão rosado previnem esta deficiência e favorecem melhor fecundação dos óvulos.

Para cultivares de pereiras sensíveis à deficiência de boro, como a cultivar Nijisseiki, desde que a análise foliar indique a necessidade, fazem-se duas a três pulverizações quinzenais de bórax 0,4 % ou solubor 0,2 %, a partir da queda das pétalas. Se o objetivo for usar o boro como auxiliar na germinação do grão de pólen e na fecundação, então as pulverizações iniciam-se ainda quando as flores estão em estágio balão (BASSO; SUZUKI, 2001).

Os sintomas de deficiência de zinco descritos por Basso e Suzuki (2001) resultam em internódios curtos com brotações em forma de roseta. As folhas são menores, estreitas e mais rígidas que as normais. As bordas podem se levantar em relação à nervura principal, dando aspecto de canaletas. As folhas apresentam clorose internerval típica. Há brotação deficiente ao longo dos ramos e os sintomas aparecem logo no início do ciclo vegetativo.

A disponibilidade de Zn varia com o tipo de solo, teor de matéria orgânica e o pH. De acordo com Basso e Suzuki (2001), o Zn tem sido encontrado em teores baixos nos pomares de Santa Catarina onde não tenha sido aplicado via foliar. De acordo com análise das folhas, o zinco pode ser empregado utilizando-se 2-5 pulverizações quinzenais com sulfato de zinco a 0,2 % ou fungicidas à base de Zn (MALAVOLTA et al., 2002).

Nakagawa (1988) relata que existem na literatura, para as condições de Santa Catarina, recomendações de aplicações via foliar de sulfato ou óxido de zinco, a fim de se evitar a queda antecipada de frutos e folhas em macieira e ainda 2 a 3 pulverizações quinzenais com bórax a 0,4 %, ou com solubor 0,2 %, quando a análise foliar indicar a necessidade de boro.

Pavan (1997) constatou que, devido a maior solubilidade do ácido bórico em relação ao bórax, as aplicações de boro ao solo aumentaram rapidamente as concentrações no solo e nas folhas, nos dois primeiros anos, resultando em aumento na produção de frutos de macieira, variedade Gala.

Verifica-se que as recomendações de adubação foliar com B e Zn, para a pereira japonesa, quase sempre são baseadas nas recomendações do Estado de Santa Catarina, região onde a cultura foi introduzida originalmente. Contudo, os produtores em parte motivados pela propaganda e grande oferta de produtos existentes no mercado, sobretudo formulações com micronutrientes quelatizados, vem utilizando esses produtos sem o embasamento científico adequado e, neste sentido, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da aplicação de fertilizantes foliares com B e de Zn sobre a nutrição, produção e qualidade dos frutos de Pereira Japonesa.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1. LOCAL E CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS

O experimento foi conduzido no período de 2004 a 2007, abrangendo três colheitas consecutivas, utilizando-se a pereira japonesa instalada em área irrigada, situada no cinturão verde do município de Ilha Solteira. O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 1999). A seguir são apresentados no Quadro 1, os resultados das análises químicas do solo antes da instalação do experimento para a área de pereira japonesa. As análises químicas do solo foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por Raij et al. (2001). Verifica-se no quadro 1 teores médio de B e alto de Zn, segundo os padrões estabelecidos para os solos no Estado de São Paulo (Raij et al. 1997).

No entanto, não se pode afirmar se estes teores são considerados adequados para a pereira japonesa, ou compará-los com os padrões estabelecidos para os solos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Estado de origem da pereira japonesa, visto que nestes Estados utilizam métodos recomendados pela EMBRAPA, diferentes daqueles utilizados no Estado de São Paulo.

Quadro 1. Análise química do solo da área de pereira japonesa antes da aplicação dos tratamentos. Ilha Solteira-SP.

M.O.	pH CaCl ₂	P Resina mg/dm ³	K	Ca	Mg	H + Al mmol./dm ³	Al	SB	CTC	V
g/dm ³										%
11	4,6	136	4,4	22	7	34	2	34	68	50
Cu	Fe	Mn DTPA		Zn		B Água quente mg/dm ³			S-SO ₄ ⁻² Ca(H ₂ PO ₄) ₂	
6,7	43	57,3		6,2		0,34			13	

O tipo climático da região é Aw, segundo a classificação de Koeppen, caracteriza-se como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 24,1⁰C, precipitação média anual de 1370 mm e umidade relativa média anual de 64,8 % (HERNANDEZ et al., 1995).

A seguir estão apresentados no Quadro 2 as médias mensais da temperatura, umidade relativa e chuvas da região de Ilha Solteira fornecidos pela área de Engenharia Rural-Hidráulica e Irrigação da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP, referente ao período de Janeiro de 2004 a Dezembro de 2007.

Quadro 2. Médias mensais da temperatura, umidade relativa e de chuvas da região de Ilha Solteira-SP, período de Janeiro de 2004 a Dezembro de 2007.

DATA		T °C		UR %		Chuva mm
MÊS/ANO	med	max	min	med	max	min Total
01/04	26,5	31,8	22,3	73,0	89,6	50,0
02/04	25,9	31,1	22,1	74,4	91,8	50,4
03/04	26,7	32,7	21,5	66,8	89,5	39,6
04/04	25,9	32,1	21,6	71,3	90,7	44,2
05/04	20,8	26,5	16,5	75,5	92,7	52,0
06/04	20,9	26,7	15,9	68,5	88,2	45,9
07/04	20,6	27,1	15,6	65,4	86,7	40,6
08/04	23,3	31,1	15,8	48,5	79,8	24,3
09/04	27,8	35,4	20,3	38,3	67,6	19,4
10/04	24,3	29,9	19,4	68,1	88,9	45,1
11/04	25,8	31,3	21,0	67,1	87,5	43,3
12/04	25,8	31,5	21,4	72,9	90,5	48,8
01/05	25,8	31,0	22,5	82,7	95,1	58,6
02/05	27,1	33,5	21,1	60,8	85,8	34,4
03/05	27,3	33,0	22,6	68,5	88,1	43,5
04/05	26,7	32,8	21,7	65,1	88,9	38,7
05/05	23,8	29,8	18,5	63,3	84,8	39,2
06/05	22,8	28,3	17,9	68,6	89,8	45,4
07/05	20,3	26,3	14,9	64,5	85,5	41,3
08/05	23,7	31,1	16,9	49,8	78,6	26,2
09/05	22,6	28,4	17,4	67,4	87,7	46,7
10/05	26,7	33,2	21,7	66,8	88,5	39,7
11/05	26,6	32,6	21,7	65,0	85,4	40,9
12/05	25,5	30,8	21,6	75,0	90,7	51,3
01/06	26,6	32,4	22,0	72,0	91,8	45,5
02/06	26,0	32,0	21,2	79,3	94,8	51,6
03/06	26,6	32,1	22,3	77,5	94,4	51,9
04/06	25,4	31,1	20,4	69,5	89,7	46,3
05/06	20,6	27,1	14,8	65,8	91,0	38,8
06/06	22,2	28,3	16,5	59,7	83,8	35,6
07/06	22,9	29,9	16,5	55,3	83,5	31,4
08/06	24,5	31,8	17,4	47,7	76,3	25,6
09/06	23,8	30,0	18,3	59,8	83,9	36,2
10/06	26,1	32,0	21,4	67,7	87,9	42,9
11/06	26,4	32,5	21,8	67,0	87,6	40,3
12/06	26,3	31,6	22,4	78,5	93,8	54,5
01/07	25,6	30,5	22,5	83,9	95,0	61,3
02/07	26,6	32,2	22,4	76,3	93,4	49,8
03/07	27,3	33,3	22,2	67,8	90,6	40,5
04/07	26,9	33,0	21,5	68,3	92,5	39,2
05/07	22,7	29,1	17,1	62,0	84,2	37,0
06/07	22,5	29,4	16,0	60,3	88,3	33,2
07/07	20,9	27,9	14,5	60,6	85,4	35,7
08/07	23,2	30,6	16,5	52,4	81,0	27,8
09/07	27,7	35,2	20,3	39,6	68,4	20,9
10/07	28,0	34,8	21,9	53,4	78,7	30,8
11/07	25,5	31,0	20,9	70,1	88,8	46,2
12/07	26,5	32,6	21,7	70,8	91,5	43,2

1.2.2. CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Neste trabalho foi utilizada a pereira japonesa, cultivar Okusankichi, enxertada em *Pyrus communis* L. As plantas foram plantadas no ano 2001 com espaçamento de 3m x 2m e conduzidas com quatro pernadas, no sistema de latada, sem desbaste de frutos e mantidas irrigadas utilizando-se microaspersão.

De acordo com Faoro (2001), a pereira japonesa cultivar Okusankichi é uma planta de ciclo tardio, muito vigorosa e produtiva. Foi obtida via polinização aberta de 'Wase Sankichi', em Niigata, no Japão, entre 1940 e 1950. Os frutos dessa cultivar são muito grandes, têm formato arredondado e irregular. A película é de coloração marrom-russetada. A polpa é suculenta e crocante, tem baixo teor de açúcar e baixa acidez. No Japão, a colheita dá-se cerca de 200 dias após o florescimento. Essa cultivar apresenta boa qualidade de armazenagem por períodos de até cinco meses.

Na região de Ilha Solteira, essa cultivar emite várias floradas e brotações durante o ano, proporcionando colheita em diferentes épocas. A colheita de frutos inicia-se aos 119 dias após o florescimento das plantas (ANTUNES, 2005).

Para o controle de plantas daninhas foram realizadas capinas mecânica e química e podas de limpeza eliminando-se os ramos com crescimento vertical. Para a quebra de dormência das plantas foi utilizada cianamida hidrogenada a 3%. O tratamento fitossanitário das plantas foi realizado utilizando-se produtos recomendados para o controle de pragas e doenças.

Para a adubação de produção foi utilizado 105 kg/ha de N, 50 kg/ha de P₂O₅ e 60 kg/ha de K₂O e 10 t/ha de esterco bovino, segundo recomendação de Campo Dall'Orto et al. (1997) e como fontes de N, P₂O₅ e K₂O foram utilizados os fertilizantes sulfato de amônio e uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

1.2.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo cada parcela útil constituída por três plantas. Para comparação de médias e após significância pelo teste F foi utilizado o teste de Tukey a 5%.

Os tratamentos utilizados no experimento estão apresentados no Quadro 3. Foram utilizadas fontes de B e Zn nas doses de 110 g ha⁻¹ e 250 g ha⁻¹ em cada aplicação, respectivamente. Utilizaram-se como fontes os fertilizantes ácido bórico, sulfato de zinco, bem como produtos comerciais quelatizados 5, 6, 8 e 9, os quais apresentam o agente quelante EDTA na sua formulação e que são muito utilizados na região. As concentrações de B e Zn nos tratamentos correspondem a 0,5 g de B/L e 1,12 g de Zn/L.

As pulverizações com B e Zn foram realizadas pela manhã, com intervalos quinzenais e iniciaram no florescimento das plantas e se seguiram até a formação dos frutos. Para as pulverizações foi utilizado um pulverizador costal de acionamento manual com bico tipo leque. Foram tomadas linhas intercaladas, assim como plantas intercaladas dentro da mesma linha, de tal modo que as plantas a serem pulverizadas estivessem isoladas das outras que receberam pulverização.

No primeiro ano de experimento, as pulverizações com B e Zn iniciaram em 5 de outubro de 2004, sendo a segunda e a terceira pulverização em 26 de outubro de 2004 e 16 de novembro de 2004, respectivamente. No segundo ano de experimento, as pulverizações foram realizadas em 2 e 16 de agosto de 2005 e 1 de setembro de 2005. No terceiro ano do experimento foram realizadas pulverizações em 15 e 21 de dezembro de 2005, e em 05 de janeiro de 2006.

Quadro 3. Tratamentos utilizados no experimento com a Pereira japonesa.

Tratamentos	Produtos utilizados	% de nutriente no produto		Dose aplicada g/L
		B	Zn	
1	Apenas água	0	0	0
2	Ácido bórico	17	0	3,3 g/L
3	Sulfato de zinco	0	20	5,6 g/L
4	Trat 2 + Trat 3 (Ácido bórico + sulfato de zinco)	17	20	3,3 g/L+5,6 g/L
5	Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA	4	0	12,5 ml/L
6	Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA	0	9	12,5 ml/L
7	Trat 5 + Trat 6 (Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA)	4	9	12,5 mL/L+12,5 mL/L
8	Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio	2	0	25 mL/L
9	Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg	0	5	22,5 mL/L
10	Trat 8 + Trat 10 (Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio + sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg)	2	5	25,0 mL/L+22,5 mL/L

1.2.4. AVALIAÇÕES

No período de três anos consecutivos de experimento foram realizadas anualmente as avaliações que são descritas a seguir e em seguida foi realizada uma média das avaliações desses três anos.

Para a análise química das folhas, 20 dias após a última pulverização, foram coletadas por tratamento um total de 30 folhas recém amadurecidas do crescimento do ano, ou totalmente expandidas, conforme recomendado por Raij e Piza Junior (1997). As folhas foram trazidas para o Laboratório de Plantas da FEIS/UNESP, lavadas com água e em seguida secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C +/- 2°C até massa constante e determinou-se o teor foliar de macronutrientes e micronutrientes conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Para avaliação dos componentes da produção, por ocasião das colheitas (25 de janeiro a 12 de fevereiro de 2005; 22 a 28 de outubro de 2005 e 14 a 21 de março de 2006), foram coletados os frutos que apresentavam uma mudança na coloração da película da casca para tons de marrom, sendo a colheita realizada cerca de 120 dias após o início do florescimento das plantas.

Foi avaliado o número total de frutos produzidos por planta; massa, comprimento e diâmetro dos frutos, bem como a produtividade da planta. O número total de frutos representou a somatória de todos os frutos produzidos por planta. As medições do comprimento e diâmetro do fruto foram realizadas utilizando-se uma calha de madeira graduada em centímetros e para a determinação da massa dos frutos e produção da planta foi utilizada uma balança.

Para a avaliação dos componentes da qualidade dos frutos no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da FEIS/UNESP separaram-se 10 frutos por parcela (repetição do tratamento) e em seguida foram realizadas as avaliações dos sólidos solúveis totais, acidez total titulável e pH, utilizando as normas estabelecidas pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a média de três colheitas consecutivas observa-se na Tabela 1 que os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si para os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S e para os teores foliares de Mn, Fe e Cu. Quanto ao B observou-se que o tratamento 8 (ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio) foi significativamente superior à testemunha (apenas água). Os demais tratamentos contendo B (2, 4, 5, 7 e 10) não diferiram entre si, como também não diferiram da testemunha e do tratamento 8. Observou-se com relação ao Zn que o tratamento 6 (sulfato de zinco + ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA) foi superior significativamente à testemunha. Os demais tratamentos contendo Zn (3, 4, 7, 9 e 10), não diferiram estatisticamente entre si, bem como, também não diferiram da testemunha e do tratamento 6 (Tabela 1).

Verificou-se nestes resultados que o sulfato de zinco quando misturado ao EDTA foi eficiente no fornecimento de zinco às plantas, semelhante ao resultado observado por Boaretto et al. (2003) que constataram que o sulfato de zinco e o Zn-EDTA propiciaram valores de absorção de Zn, na mesma ordem de grandeza, em média de 6% aos 60 dias após a aplicação via foliar em laranjeiras.

Constatou-se também que o ácido bórico foi eficiente no fornecimento de boro às plantas quando misturado ao EDTA, contrariando o resultado obtido por Santos et al. (1999), quando compararam a eficiência de adubos foliares quelatizados contendo B, Mn e Zn com a aplicação convencional de sulfato de Zn, sulfato de Mn; ácido bórico, cloreto de potássio e cloreto de Zn em plantas de laranja Pera (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). Observaram que os quelatos (Grex citros, Basf foliar, Copas Citros, Plantin Citros, Citrol e Fertamin Citros) e os sais foram eficientes como fornecedores Mn e Zn, mas não de B, devido ao fato segundo os autores, que a principal fonte fornecedora de B para as plantas foi o solo, uma vez que as plantas do tratamento testemunha apresentaram teor adequado de B em suas folhas. Porém Tiritan (1996) verificou que a aplicação via foliar de Zn, Mn e B na forma de sulfato de Zn e Mn, ácido bórico, aminoácidos e ácidos orgânicos elevaram os teores foliares destes nas folhas de laranjeiras.

Para pomares de pereira japonesa no Estado de Santa Catarina Basso e Suzuki (2001) consideram normais os teores foliares de B entre 25 a 50 mg/kg; e para um bom estado nutricional, as plantas devem ter entre 20 a 100 mg de Zn/kg.

Tabela 1. Médias de três colheitas consecutivas para os teores foliares de macronutrientes e micronutrientes da pereira japonesa submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.

Tratamentos	Macronutrientes					Micronutrientes					
	g/kg					mg/kg					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Mn	Fe	Cu
1.Apenas água	24,63	2,07	12,66	25,40	2,34	0,99	74,0b	62,5b	236,00	206,00	37,07
2.Ácido bórico	25,25	2,39	12,63	29,75	2,44	1,17	115,0ab	107,0ab	184,50	174,00	38,42
3.Sulfato de zinco	24,84	2,00	12,59	28,69	2,21	1,15	99,0ab	143,5ab	293,50	254,00	21,45
4.Trat 2 + Trat 3	25,11	2,34	12,81	30,00	2,49	1,18	107,5ab	140,0ab	208,50	194,75	26,54
5.Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA	23,75	2,08	13,66	27,49	2,34	1,18	107,0ab	50,0b	203,00	190,25	35,65
6.Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA	24,40	2,12	13,54	31,39	1,90	1,19	88,5ab	281,0a	266,50	198,25	40,00
7.Trat 5 + Trat 6	25,16	1,86	12,38	24,59	2,09	1,17	84,0ab	154,0ab	267,00	227,75	25,97
8.Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio	24,92	2,71	12,25	29,23	2,66	1,25	128,5a	39,0b	330,00	204,25	22,52
9.Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg	24,57	1,75	12,95	28,32	3,56	1,28	90,5ab	143,0ab	250,00	193,50	25,02
10.Trat 8 + Trat 9	24,59	2,26	10,65	21,64	2,15	1,26	75,5ab	177,0ab	256,50	174,50	38,22
Teste F	0,39ns	1,00ns	0,46ns	0,88ns	0,65ns	2,04ns	3,33*	5,31*	1,79ns	0,46ns	0,53ns
C.V.%	4,01	18,08	13,63	16,08	32,90	6,75	13,8	33,7	18,56	24,69	46,05

*médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

ns=não significativo

De acordo com os autores, teores foliares de Zn acima do normal a excessivo, devido a aplicações foliares de sais ou fungicidas, não constituem toxicidade e devem ser considerados na interpretação dos resultados. No Japão são considerados teores normais para os cultivares Kousui e Housui teores foliares de B entre 30 a 90 mg/kg e Zn entre 50 a 90 mg/kg.

Portanto, considerando que os teores foliares de B e Zn aproximam-se dos teores relatados para essa cultura, tanto no Estado de Santa Catarina como no Japão, e que não foi observada nenhuma deficiência nutricional ou toxicidade pode-se considerar que as plantas apresentavam bom estado nutricional mesmo na ausência de adubação foliar, indicando de que o solo pode ser o fornecedor desses elementos às plantas, semelhante ao resultado obtido por Santos et al.(1999).

Vários fatores podem ter contribuído para a fertilidade do solo, como o material das podas realizadas na condução das plantas e que são deixados sobre o solo e uma prática também muito utilizada para as frutíferas em geral que é o uso de esterco bovino na adubação de produção e manutenção das plantas. Neste experimento foi utilizado o esterco bovino conforme recomendação técnica para cultura (CAMPO-DALL'ORTO et al., 1997) e este pode ter contribuído para manutenção dos teores médio de B e alto de Zn no solo, segundo padrões estabelecidos para os solos no Estado de São Paulo (RAIJ et al., 1997), visto que durante a condução do experimento não se utilizou nenhum outro fertilizante via solo contendo B ou Zn.

De acordo com Basso e Suzuki (2001), a adubação de manutenção com matéria orgânica, principalmente esterco de aves, suínos e bovinos, pode ser uma alternativa técnica e econômica, embora a composição química do esterco varie muito, este contém em diferentes proporções, a maioria dos nutrientes utilizados pelas plantas como constataram Canesin e Corrêa (2006) e ainda de acordo com Basso e Suzuki (2001), em solos bem providos de matéria orgânica e com pH inferior a 7, normalmente não há problemas com a falta de B.

Na Tabela 2 observou-se que não houve efeito significativo da aplicação foliar tanto de ácido bórico ou sulfato de zinco, com ou sem EDTA, sobre o número de frutos por planta; massa média, comprimento médio e diâmetro médio dos frutos e produtividade da planta, provavelmente porque as plantas se encontravam bem nutridas.

Em comparação com 6,0 cm de comprimento e 6,1 cm de diâmetro de frutos obtidos por Antunes (2005), para a pereira japonesa produzida em Ilha Solteira, constata-se que todos os tratamentos encontram-se acima desses valores.

Na Tabela 3, com exceção da acidez total titulável dos frutos, verifica-se que não houve efeito significativo entre os tratamentos para o pH e os teores de sólidos solúveis totais.

Tabela 2. Médias de três colheitas consecutivas para número de frutos por planta, massa, comprimento, diâmetro do fruto e produtividade da planta de pereira japonesa submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.

Tratamentos	Número méd. frutos/pl	Massa méd. frutos (g)	Comprimento méd. frutos (cm)	Diâmetro méd. frutos (cm)	Produtividade (kg/planta)
1.Apenas água	32	195,5	6,5	6,5	5,2
2.Àcido bórico	43	187,0	6,5	6,5	7,2
3.Sulfato de zinco	61	192,5	7,0	7,0	10,1
4.Trat 2 + Trat 3	48	190,0	6,5	7,0	8,5
5.Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA	34	183,0	6,0	6,5	5,4
6.Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA	56	198,5	6,5	6,5	8,0
7.Trat 5 + Trat 6	37	200,5	6,5	7,0	6,2
8.Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio	56	213,0	7,0	7,0	9,0
9.Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg	25	164,5	6,0	6,5	4,2
10.Trat 8 + Trat 9	24	213,0	6,5	6,5	3,5
Teste F	3,37ns	0,34ns	0,71ns	0,54ns	2,50ns
CV %	25,1	17,9	8,6	7,4	30,8

*médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.
ns= não significativo.

Tabela 3. Média de três colheitas consecutivas para pH, teores de sólidos solúveis totais e acidez total titulável dos frutos de pereira japonesa submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.

Tratamentos	pH	Sólidos Solúveis totais (°Brix)	Acidez total titulável (g de ácido cítrico/100g de polpa)
1.Apenas água	4,5	9,0	0,154ab
2.Ácido bórico	4,5	9,5	0,157ab
3.Sulfato de zinco	5,0	9,5	0,158ab
4.Trat 2 + Trat 3	4,5	9,5	0,155ab
5.Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA	4,0	10,0	0,196a
6.Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA	4,5	10,0	0,135ab
7.Trat 5 + Trat 6	4,0	10,5	0,178ab
8.Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio	4,5	10,0	0,180ab
9.Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg	5,0	9,5	0,123b
10.Trat 8 + Trat 9	4,0	10,0	0,158ab
Teste F	1,00ns	1,32ns	3,40*
CV%	11,7	5,4	10,31

*médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

ns= não significativo

Quanto à acidez total titulável, observou-se que o tratamento 5 (ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA) foi superior ao tratamento 9 (sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg). Os demais tratamentos não diferiram entre si, bem como não diferiram da testemunha e do tratamento 5.

Constata-se ainda que os tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5 estão abaixo da faixa de 10 a 11,5° Brix, relatada por Faoro (2001), para os frutos da cv. Okusankichi. Por meio desses resultados observa-se que não houve aumento dos teores foliares de B e com a aplicação foliar de ácido bórico com EDTA houve uma acidificação dos frutos. No entanto, resultados contrários foram observados por Caetano (1982) que observou que a aplicação foliar do quelato Grex Citrus, na dose de 200 ml em 100 litros de água, foi suficiente para elevar os teores foliares de Zn, Mn e B, contudo não houve um aumento na produção, massa média dos frutos, porcentagem de suco, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e ratio. Também Maeda (2005) não observou efeito das aplicações foliares de ácido bórico ou sulfato de zinco com EDTA sobre a produção e qualidade dos frutos de abacaxi, embora houve uma elevação dos foliares desses nutrientes.

Por outro lado, Usha e Singh (2002) obtiveram resultado positivo na produção e qualidade de frutos de videira, cultivar Perlette, com a aplicação foliar de B, Zn, Fe e Mn, bem como Stover et al. (1999) na produção de maçã cultivar McIntosh, com aplicação foliar de B, na forma de solubor e Zn, na forma de quelato de zinco.

Verificou-se que mesmo as plantas mantidas em solos com teor médio de B e alto de Zn, segundo padrões estabelecidos para os solos do Estado de São Paulo (RAIJ et al., 1997), houve uma elevação dos teores foliares destes nutrientes. A presença do açúcar (sorbitol) em Pomáceas relatada por Zimmermann e Ziegler (1975) e determinada por Rodrigues et al. (2005) pode em parte explicar a elevação dos teores de boro nas folhas logo após a pulverização. Foi demonstrado que o boro exibe rápida e significativa mobilidade no floema de espécies como pera, maçã, cereja, aipo e azeitona as quais produzem polióis como fotossintético primário. Nestas espécies produtoras de polióis como o manitol, sorbitol e dulcitol, as aplicações foliares desse nutriente podem ser utilizadas para corrigir deficiências de boro e suprir de boro a flor e o fruto. Repostas significativas à aplicação foliar desse nutriente na frutificação têm sido observadas em muitas espécies frutíferas em consequência desta mobilidade (BROWN; SHELP, 1997).

O zinco apresenta comportamento semelhante, ou seja, pode ser absorvido pelas folhas, mas sua translocação é baixa como observaram Boaretto et al. (2003) já que aos 30 dias após a aplicação de zinco em folhas de laranjeira, 84 % do elemento permanecia nas folhas que receberam a aplicação, enquanto que 8 % foi translocado para as partes novas.

Embora de baixa translocação dentro da planta, as aplicações foliares desses nutrientes podem corrigir a deficiência de zinco em macieiras, citrus e videira (SWIETLIK, 2002) e fornecer boro para a futura flor e para o tecido do fruto de espécies com significante mobilidade deste nutriente no floema. Em espécies onde o boro é imóvel, as aplicações foliares não podem suprir as exigências dos tecidos ainda não formados. Nestes casos, as aplicações com boro devem ser feitas diretamente no tecido de interesse (BROWN; SHELP, 1997).

Porém, mesmo que ocorra um aumento nos teores foliares de boro e zinco nas folhas nascidas após a pulverização foliar, as quantidades destes nutrientes que são redistribuídas dessas folhas para outros órgãos podem não ser suficientes para atender as exigências desses órgãos mais novos (MALAVOLTA et al., 1997).

Segundo Boaretto et al. (1999), as vantagens de micronutrientes quelatizados sobre os sais correspondentes são ainda discutíveis. Uma análise mais detalhada nas recomendações de adubação foliar prescritas nos boletins técnicos e aquelas contidas em folhetos de propaganda distribuídos por empresas que vendem adubo foliar para citros foi realizada pelos autores e estes concluíram que não se pode afirmar que os aumentos da absorção foliar de nutrientes quando quelatizados elevam a produtividade de frutos.

Dentro deste contexto, deve-se considerar que a resposta das plantas à aplicação foliar de B e Zn depende não somente das fontes utilizadas, mas também de outros fatores como os teores desses elementos no solo, bem como a absorção, translocação e redistribuição destes nas folhas das espécies vegetais em que são utilizados.

1.4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

1. O produto comercial 8 (Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio) foi mais eficiente no fornecimento de B às plantas; bem como, o produto comercial 6 (Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA) foi mais eficiente no fornecimento de Zn à pereira japonesa;
2. Os aumentos dos teores foliares de boro e de zinco não foram suficientes para alterar os componentes da produção da pereira japonesa;
3. O produto comercial 5 (Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA) promoveu uma elevação da acidez total titulável.

1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. A.; RAIJ, B. van. Adubação com micronutrientes, In: _____. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. p.27 (Boletim técnico, 100).

ANTUNES, C.E. **Fenologia e desenvolvimento de frutos de pereira asiática (*Pyrus pyrifolia* L.) ‘Okusankichi’, em Ilha Solteira-SP**. 2005. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

BARBOSA, W.; POMMER, C.V.; RIBEIRO, M.D.; VEIGA, R.F.A.; COSTA, A.B. Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p. 341-344, 2003.

BASSO, C.; SUZUKI, A. Solos e nutrição. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Nashi: a pêra japonesa**. Florianópolis: EPAGRI, 2001. p. 139-160.

BOARETTO, A.E.; BOARETTO, R.M.; CONTIN, T.L.M.; MURAOKA, T. É móvel ou imóvel o boro em laranjeira?, **Laranja**, Cordeirópolis, v.25, n.1, p.195-208, 2004.

BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T.; BOARETTO, R.M. Absorção e translocação de micronutrientes, aplicados via foliar, pelos citros, **Laranja**, Cordeirópolis, v.24, n.1, p.177-197, 2003.

BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, M.W. Adubação foliar corretiva e preventiva em citros, **Laranja**, Cordeirópolis, v.20, n.1, p.233-250, 1999.

BROWN, P. H.; SHELPS, B.J. Boron mobility in plants. **Plant and Soil**, The Hague, v.193, p.85-101, 1997.

CAETANO, A.A. **Estudo da eficiência de várias fontes dos micronutrientes, zinco, manganês e boro aplicados em pulverizações na laranjeira ‘Valência’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck).** 1982. 46 f. Dissertação (Mestrado-Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.

CAMPO-DALL’ORTO F.A.; BARBOSA, W.; OJIMA, M.; RAIJ, B. van. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** 2ª ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. 140p. (Boletim técnico, 100).

CANESIN, R.C.F.S.; CORRÊA, L.S. Uso de esterco associado à adubação mineral na produção de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.481-486, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, DF: Embrapa-CNPS, 1999. 412p.

FAORO, I.D. Cultivares e porta-enxertos. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Nashi: a pera japonesa.** Florianópolis: EPAGRI, 2001. p. 95-138.

HERNANDEZ, F.B.T.; LEMOS FILHO, M.A.F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira.** Ilha Solteira: UNESP/FE-Área de hidráulica e Irrigação, 1995, 45p. (Série irrigação, 01).

HOFFMANN, A. **Ecofisiologia de fruteiras:** abacateiro, aceroleira, macieira, pereira e videira. São Paulo: Agronômica Ceres, 2003. p. 65-92.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos.** 3 ed. São Paulo: IAL, 1985. v.1, 533p.

LOPES, A.S.; SOUZA, E.C.A. Filosofias e eficiência da aplicação. In: FERREIRA, M.E. et al. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura.** Jaboticabal: POTAFOS, 2001. p. 268.

MAEDA, A. S. **Adubação foliar e axilar na produtividade e qualidade de abacaxi**. 2005. 43 f. Dissertação (Mestrado-Agronomia)-Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTOFOS, 1997. 319p.

MAVOLTA, E.; GOMES, F.P.; ALCARDE, J.C. **Adubos & Adubação**. São Paulo: Nobel, 2002, 199p.

NAKAGAWA, J. Problemas, respostas e perspectivas com micronutrientes na fruticultura brasileira. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1, 1988, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP/FCAV, 1988. p. 733-785.

PAVAN, M. Respostas da macieira à aplicação de boro no solo. **Arquivo Biológico Tecnológico**, Campinas, v.40, n.2, p.419-424, 1997.

QUAGGIO, J.A.; PIZA JUNIOR, C.T. Fruteiras tropicais. In: FERREIRA, M.E. et. al. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: POTAFOS, 2001. p. 459-492.

RAIJ, B. van.; PIZA JUNIOR, C.T. Frutíferas, In: _____. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. p.123 (Boletim técnico, 100).

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J.C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Capinas: Instituto Agrônômico. 2001, 285p.

RODRIGUES, A. C.; HERTER, F.G.; VERISSIMO, V.; CHAVARRIA, G.; GARDIN, J.P.P.; CAMPOS, A.D. Determinação por cromatografia gasosa de açúcares em frutíferas de clima temperado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.173-174, 2005.

SANTOS, C.H.; DUARTE FILHO, J.; MODESTO, J.C.; GRASSI FILHO, H.; FERREIRA, G. Adubos foliares quelatizados e sais na absorção de boro, manganês e zinco na em laranjeira ‘Pera’. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.999-1004, 1999.

STOVER, E.; FARGIONE, M.; RISIO, R.; STILES, W; IUNGERMAN, K. Prebloom foliar boron, zinc, and urea applications enhance cropping of some ‘Empire’ and ‘ McIntosh’ apple orchards in New York. **HortScience**, St. Joseph, v. 34, n.2, 1999. <www.ashs.org/hortscience> Acesso em: 18 fev 2006.

SWIETLIK, D. Zinc nutrition of fruit trees by foliar sprays. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 1, n. 594, p.123-129, 2002.

TIRITAN, S.T. **Adubação foliar de micronutrientes em citros**. 1996. 64 f.. Dissertação (Mestrado-Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

USHA, K.; SINGH, B. Effect of macro and micro-nutrient spray on fruit yield and quality of grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Perlette. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 1, n. 594, p.197-202, 2002.

ZIMMERMANN, M.H.; ZIEGLER, H. List of sugar and sugar alcohols in sieve-tube exudates. In: ZIMMERMANN, M.H.; MILBURN, J.A. (Ed.). **Encyclopedia of plant physiology**. New York: Springer-Verlag, 1975. v. 1, Transport in Plants, I. Phloem Transport. p.480-503.

CAPÍTULO 2

FERTILIZANTES FOLIARES COM BORO ZINCO EM PINHEIRA

RESUMO

A adubação foliar tem sido a forma mais utilizada para aplicar micronutrientes. Entretanto, os micronutrientes têm baixa mobilidade ou são quase imóveis no floema. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da aplicação de fertilizantes foliares com B e Zn sobre a nutrição, produção e qualidade dos frutos da Pinheira. O experimento foi conduzido no período de 2004 a 2007, no município de Ilha Solteira, localizado na região noroeste do Estado de São Paulo-Brasil. O tipo climático da região caracteriza-se como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Foram utilizadas plantas de pinheira obtidas por sementes com três anos de idade, irrigadas por gotejamento e fontes nas doses de 110 g ha⁻¹ de B e 250 g ha⁻¹ de Zn em cada aplicação, sendo os tratamentos: T1. Apenas água; T2. Ácido bórico; T3. Sulfato de zinco; T4. T2 + T3; T5. Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA; T6. Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA; T7. T5 + T6; T8. Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio; T9. Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg e T10. T8+T9. Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições e compararam-se as médias utilizando-se o teste de Tukey a 5%. Com base nos resultados obtidos pode-se concluir: 1. O ácido bórico com ou sem EDTA não foi eficiente no fornecimento de B à pinheira; 2. O sulfato de zinco com ou sem EDTA foi eficiente no fornecimento de Zn à pinheira; 3. Os aumentos dos teores foliares de zinco não foram suficientes para alterar os componentes da produção da pinheira; 4. O sulfato de zinco com ou sem EDTA elevou os sólidos solúveis totais, 5. O ácido bórico com ou sem EDTA promoveu uma elevação do pH e da acidez total titulável.

Palavras-chave: *Annona squamosa* L., micronutrientes, quelatos, nutrição, produção, qualidade de frutos.

LEAF SPRAY FERTILIZATION OF BORON AND ZINC ON SUGAR APPLE

ABSTRACT

Leaf spray fertilization has been the most used way to apply micronutrients. Commonly are used sources as salts, oxides and quelates. However, the micronutrients have a low mobility or almost immobile in phloem. In this context, the objective of this research was to verify the effect of leaf spray fertilization of B and Zn on nutrition, production and quality of fruits of sugar apple. The experiment was conducted in the period from 2004 to 2007, in Ilha Solteira, northwestern Sao Paulo State – Brazil. The climate is tropical wet and dry. It was used plants of sugar apple obtained by seeds and doses of 110 g.ha⁻¹ of B and 250 g.ha⁻¹ of Zn in each application. The treatments were: T1. Water, T2. Boric acid, T3. Zinc sulfate, T4. T2 + T3, T5. Boric acid + urea + citric acid + EDTA, T6. Zinc sulfate + urea + citric acid + EDTA, T7. T5 + T6, T8. Boric acid + urea + citric acid + EDTA + sodium molybdate + sulfur + calcium chloride, T9. Zinc sulfate + urea + citric acid + EDTA + Fe sulfate + Mn sulfate + Mg sulfate and, T10. T8+T9. A randomized blocks design was used and the averages were compared by Tukey test at 5%. Based on the results we may conclude that: 1. The boric acid with or without EDTA was not efficient to provide B to sugar apple tree, 2. The zinc sulfate with or without EDTA was efficient to provide Zn to sugar apple tree, 3. The increasing of the leaf contents of Zn was not sufficient to modify the components of production of sugar apple tree, 4. The zinc sulfate with or without EDTA elevated the total soluble solids, 5. The boric acid with or without EDTA promoted an elevation of pH and of the total titratable acidity.

Keywords: *Annona squamosa* L., micronutrient, quelates, nutrition, production, fruit quality.

2.1. INTRODUÇÃO

A ateira ou pinheira (*Annona squamosa* L) é uma anonácea de clima tropical e subtropical, com boa produção em locais sem excesso de chuvas, com estação seca bem definida e nas proximidades do nível do mar ou até altitude de 800 m, é considerada mais tolerante ao clima quente em comparação à cherimoleira (*Annona cherimola*) e mais resistente do que a gravioleira (*Annona muricata*) ao clima frio (BELOTTO; MANICA, 1994). No Brasil não existem cultivares definidas de ateira (PAIVA; FIORAVANÇO, 1994). O fruto da ateira tem formato arredondado, ovóide, esférico ou cordiforme, de 5 a 10 cm de diâmetro (MANICA, 1994).

Os plantios mais organizados de pinha estão localizados no oeste do Estado de São Paulo, interior da Bahia, Pernambuco e Alagoas. De acordo com Kavati (1997), a produção desta fruta no Brasil a coloca como a principal representante da família despertando o interesse dos produtores. Contudo, a cultura é, basicamente, propagada por sementes o que resulta na grande variabilidade na produção e qualidade dos frutos. Entretanto, com o emprego de técnicas mais avançadas, como irrigação e adubação, a cultura pode representar uma boa alternativa ao produtor.

Assim, a aplicação de fertilizantes via foliar vem sendo realizada com relativa frequência, principalmente entre os agricultores mais tecnificados, sendo que os resultados dessas aplicações são ainda controversos.

Segundo Lopes e Souza (2001) há vários fatores que contribuíram para o interesse e uso da prática da adubação foliar. O cultivo continuado de certas áreas tornou frequente o aparecimento de deficiências minerais que, muitas vezes, são corrigidas eficientemente mediante pulverizações foliares, enquanto, as aplicações do elemento no solo nem sempre dão resultados satisfatórios.

As dificuldades representadas pela lixiviação ou pela fixação dos nutrientes no solo podem assim ser evitadas, através da adubação foliar, de tal modo que a resposta obtida ao fornecimento de uma dada quantidade de nutrientes em falta, muitas vezes é bem maior do que a conseguida com a aplicação tradicional.

No que tange aos micronutrientes, as necessidades totais das culturas podem frequentemente ser satisfeitas com somente uma aplicação não somente porque a quantidade necessária é pequena, mas também para se evitar a adsorção exagerada de elementos metálicos, que de modo geral são muito reativos com os colóides do solo, o que reduz a disponibilidade para as plantas. Entretanto, os micronutrientes têm baixa mobilidade ou são quase imóveis no floema.

Segundo Malavolta et al. (1997), o boro e o zinco merecem atenção especial por se tratarem de elementos cujas deficiências apresentam em maior frequência nas culturas, sendo a participação destes elementos de fundamental importância, pois estão diretamente relacionados à formação e qualidade dos frutos.

De acordo com Quaggio e Piza Junior (2001), as fontes mais recomendadas de micronutrientes metálicos são sais formados com íons cloreto, sulfato e nitrato. Em aplicações foliares, a fonte de boro mais recomendada é o ácido bórico, que devido à reação ácida, é compatível com a maioria dos defensivos agrícolas. São utilizados ainda óxidos inorgânicos, silicatos fundidos e quelatos. Porém, a solubilidade ou não em água é um dos importantes atributos para orientar o modo de aplicação.

As fontes de micronutrientes assumem um papel importante quanto à eficiência agrônômica, destacando-se dentre vários aspectos aqueles ligados à solubilidade. De acordo com Mortvedt (1991) citado por Lopes e Souza (2001), a solubilidade das fontes de cobre, de ferro, de manganês e de zinco é maior nas soluções de polifosfatos, do que nas de ortofosfatos. O autor observou que a eficiência de ZnSO_4 , ZnO ou ZnEDTA para o milho, em soluções de ortofosfatos ou polifosfatos (16-40 %) é semelhante à da aplicação dessas fontes isoladamente, e que embora a maioria dos quelatos sintéticos seja compatível com fertilizantes fluidos, complexos de cobre, de ferro, de manganês e de zinco podem não ser compatíveis com os mesmos.

Foi relatado por Kist e Manica (1994) que a deficiência de boro em cherimoleira (*Annona cherimola* Mill.) provoca um aumento na coloração das folhas verdes, seguida de uma clorose desuniforme nas folhas do terço superior que passam a ásperas e grossas, curvando-se lentamente para baixo. Em graviroleira (*Annona muricata* L.) ocorre um atraso no desenvolvimento da gema apical, superbrotamento de gemas e emissão de folhas de tamanho reduzido. As folhas mais velhas tornam-se coreáceas e cloróticas seguidas de um engrossamento das nervuras no limbo.

Para a cultura da pinha (*Annona squamosa* L.) e anonáceas em geral, recomenda-se fazer uma análise do solo a cada 2 ou 3 anos, aplicando-se calcário dolomítico e cerca de 15 g a 20 g de sulfato de zinco, se necessário (SPIRONELLO et al. , 1998).

De acordo com Kavati (1992), o fornecimento de micronutrientes via foliar para a cultura da atemóia (*Annona cherimolia* Mill. x *Annona squamosa* L.), principalmente zinco e boro, resultam em respostas visuais, quanto ao desenvolvimento das plantas. Portanto, é interessante realizar 2 aplicações anuais com estes micronutrientes via foliar, antes do florescimento, e quando os frutos estão em pleno desenvolvimento. Para esta aplicação, recomenda-se dissolver 250 g de sulfato de zinco e 50 g de ácido bórico em 100 litros de água.

Costa et al. (2002) observaram que aplicações de ácido bórico, tanto no solo quanto nas folhas provocaram aumento na produtividade e no número de frutos da pinha (*Annona squamosa* L.), bem como elevaram o vingamento dos frutos. Porém, as diferentes formas de aplicação não alteraram a massa média, o comprimento e o diâmetro dos frutos.

Verifica-se que as recomendações de adubações com micronutrientes, quando indicadas nas tabelas de adubação das culturas, são para aplicações localizadas ou em covas, ou mesmo na superfície do solo, para culturas perenes, exceto naqueles casos em que é prescrita a aplicação foliar. Nestes casos, na aplicação foliar pode ser utilizada solução de sais inorgânicos solúveis em água (ABREU; RAIJ, 1997). Contudo, os produtores em parte motivados pela propaganda e grande oferta de produtos existentes no mercado, sobretudo formulações com micronutrientes quelatizados, vêm utilizando esses produtos sem o embasamento científico adequado e é neste contexto que se insere o objetivo deste trabalho, o qual foi verificar o efeito de fertilizantes foliares com B e de Zn na nutrição, produção e qualidade dos frutos da Pinheira.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. LOCAL E CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS

O experimento foi conduzido no período de 2004 a 2007, abrangendo três colheitas consecutivas, utilizando-se plantas de pinheira instalada em área irrigada, situada no cinturão verde do município de Ilha Solteira, localizada na região noroeste do Estado de São Paulo-Brasil. O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 1999). A seguir no quadro 4 são apresentados os resultados das análises químicas do solo antes da instalação do experimento. As análises químicas do solo foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por Raij et al. (2001). Verifica-se no quadro 4 teores médio de B e alto de Zn, segundo os padrões estabelecidos para os solos no Estado de São Paulo (RAIJ et al. 1997).

No entanto, não se pode afirmar se estes teores são considerados adequados para a pinheira, pois não existe ainda uma recomendação oficial quanto à nutrição e adubação dessa cultura no Estado de São Paulo. O que existe é uma recomendação para as Anonáceas em geral e devido a esse fato o produtor encontra dificuldades em estabelecer um programa de adubação adequado para a pinheira.

Quadro 4. Análise química do solo da área de pinheira antes da aplicação dos tratamentos. Ilha Solteira - SP.

M.O. g/dm ³	pH CaCl ₂	P Resina mg/dm ³	K	Ca	Mg	H + Al mmol _c /dm ³	Al	SB	CTC	V %
12	5,4	132	3,2	42	9	18	0	54,6	72,6	75
Cu	Fe DTPA	Mn	Zn mg/dm ³	B Água quente	S-SO ₄ ⁻² Ca(H ₂ PO ₄) ₂					
4,2	26	41,4	5,7	0,47	15					

O tipo climático da região é Aw, segundo a classificação de Koeppen, caracteriza-se como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 24,1⁰C, precipitação média anual de 1370 mm e uma umidade relativa média anual de 64,8 % (HERNANDEZ et al., 1995).

A seguir são apresentados no Quadro 5 as médias mensais da temperatura, umidade relativa e chuvas da região de Ilha Solteira fornecidos pela área de Engenharia Rural-Hidráulica e Irrigação da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UESP, referente ao período de Janeiro de 2004 a Dezembro de 2007.

Quadro 5. Médias mensais da temperatura, umidade relativa e chuvas da região de Ilha Solteira-SP, período de janeiro de 2004 a dezembro de 2007.

DATA		T °C			UR %		Chuva mm
MÊS/ANO	med	max	min	med	max	min	Total
01/04	26,5	31,8	22,3	73,0	89,6	50,0	158,2
02/04	25,9	31,1	22,1	74,4	91,8	50,4	138,7
03/04	26,7	32,7	21,5	66,8	89,5	39,6	23,1
04/04	25,9	32,1	21,6	71,3	90,7	44,2	56,9
05/04	20,8	26,5	16,5	75,5	92,7	52,0	139,4
06/04	20,9	26,7	15,9	68,5	88,2	45,9	24,1
07/04	20,6	27,1	15,6	65,4	86,7	40,6	19,8
08/04	23,3	31,1	15,8	48,5	79,8	24,3	0
09/04	27,8	35,4	20,3	38,3	67,6	19,4	10,4
10/04	24,3	29,9	19,4	68,1	88,9	45,1	174,2
11/04	25,8	31,3	21,0	67,1	87,5	43,3	198,6
12/04	25,8	31,5	21,4	72,9	90,5	48,8	196,1
01/05	25,8	31,0	22,5	82,7	95,1	58,6	300,5
02/05	27,1	33,5	21,1	60,8	85,8	34,4	2,5
03/05	27,3	33,0	22,6	68,5	88,1	43,5	95,8
04/05	26,7	32,8	21,7	65,1	88,9	38,7	47,5
05/05	23,8	29,8	18,5	63,3	84,8	39,2	71,4
06/05	22,8	28,3	17,9	68,6	89,8	45,4	36,1
07/05	20,3	26,3	14,9	64,5	85,5	41,3	44,4
08/05	23,7	31,1	16,9	49,8	78,6	26,2	3,8
09/05	22,6	28,4	17,4	67,4	87,7	46,7	60,9
10/05	26,7	33,2	21,7	66,8	88,5	39,7	63,5
11/05	26,6	32,6	21,7	65,0	85,4	40,9	142,0
12/05	25,5	30,8	21,6	75,0	90,7	51,3	196,6
01/06	26,6	32,4	22,0	72,0	91,8	45,5	198,9
02/06	26,0	32,0	21,2	79,3	94,8	51,6	267,2
03/06	26,6	32,1	22,3	77,5	94,4	51,9	222,5
04/06	25,4	31,1	20,4	69,5	89,7	46,3	28,2
05/06	20,6	27,1	14,8	65,8	91,0	38,8	44,2
06/06	22,2	28,3	16,5	59,7	83,8	35,6	24,1
07/06	22,9	29,9	16,5	55,3	83,5	31,4	10,2
08/06	24,5	31,8	17,4	47,7	76,3	25,6	45,0
09/06	23,8	30,0	18,3	59,8	83,9	36,2	46,7
10/06	26,1	32,0	21,4	67,7	87,9	42,9	80,8
11/06	26,4	32,5	21,8	67,0	87,6	40,3	152,6
12/06	26,3	31,6	22,4	78,5	93,8	54,5	325,9
01/07	25,6	30,5	22,5	83,9	95,0	61,3	540,4
02/07	26,6	32,2	22,4	76,3	93,4	49,8	104,9
03/07	27,3	33,3	22,2	67,8	90,6	40,5	58,7
04/07	26,9	33,0	21,5	68,3	92,5	39,2	24,1
05/07	22,7	29,1	17,1	62,0	84,2	37,0	90,4
06/07	22,5	29,4	16,0	60,3	88,3	33,2	0,0
07/07	20,9	27,9	14,5	60,6	85,4	35,7	44,2
08/07	23,2	30,6	16,5	52,4	81,0	27,8	0,0
09/07	27,7	35,2	20,3	39,6	68,4	20,9	7,6
10/07	28,0	34,8	21,9	53,4	78,7	30,8	66,7
11/07	25,5	31,0	20,9	70,1	88,8	46,2	167,4
12/07	26,5	32,6	21,7	70,8	91,5	43,2	199,6

2.2.2.CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A pinheira foi instalada no ano 2001, através de sementes, em um espaçamento 4 m x 3 m. As plantas foram conduzidas com 4 pernadas, sem desbaste de frutos e mantidas irrigadas por gotejamento.

Foram realizados todos os tratos culturais recomendados para a cultura tais como: capinas mecânica e química, podas de limpeza e produção, pulverizações fitossanitárias.

Para a adubação de produção foi utilizado 1800 g/planta de uma mistura de 8% de N, 3% de P_2O_5 e 9% de K_2O e 10 kg/planta de esterco bovino, segundo recomendação de Spironello et al. (1998) e como fontes de N, P_2O_5 e K_2O foram utilizados os fertilizantes sulfato de amônio e uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

2.2.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo cada parcela útil constituída por três plantas. Para comparação de médias e após significância pelo teste F foi utilizado o teste de Tukey a 5%.

Os tratamentos utilizados no experimento estão apresentados no Quadro 6. Foram utilizadas fontes de B e Zn nas doses de 110 g ha⁻¹ e 250 g ha⁻¹ em cada aplicação, respectivamente. Utilizaram-se como fontes os fertilizantes ácido bórico, sulfato de zinco, bem como produtos comerciais quelatizados nos tratamentos 5, 6, 8 e 9, os quais apresentam o agente quelante EDTA, na sua formulação e que são muito utilizados na região. As concentrações de B e Zn nos tratamentos correspondem a 0,5 g de B/L e 1,12 g de Zn/L.

As pulverizações com B e Zn foram realizadas pela manhã, com intervalos quinzenais e iniciaram no florescimento das plantas e se seguiram até a formação dos frutos. Para as pulverizações foi utilizado um pulverizador costal de acionamento manual com bico tipo leque. Foram tomadas linhas intercaladas, assim como plantas intercaladas dentro da mesma linha, de tal modo que as plantas a serem pulverizadas estivessem isoladas das outras que receberam pulverização.

As pulverizações foliares iniciaram em 14 de setembro de 2004, ocasião em que as plantas estavam em pleno florescimento. Em 5 de outubro de 2004 realizou-se a segunda pulverização; a terceira e quarta pulverizações ocorreram em 26 de outubro e 16 de novembro de 2004, respectivamente.

No segundo ano de experimento foi realizada a primeira pulverização em 2 de agosto de 2005 e a segunda e terceira em 16 de agosto de 2005 e 1 de setembro de 2005, respectivamente. No terceiro ano as plantas receberam as pulverizações com boro e zinco em 3 e 21 de novembro de 2006 e em 5 de dezembro de 2006.

Quadro 6. Tratamentos utilizados no experimento da Pinheira.

Tratamentos	Produtos utilizados	% de nutriente no produto		Dose aplicada g/L
		B	Zn	
1	Apenas água	0	0	0
2	Ácido bórico	17	0	3,3 g/L
3	Sulfato de zinco	0	20	5,6 g/L
4	Trat 2 + Trat 3 (Ácido bórico + sulfato de zinco)	17	20	3,3 g/L+5,6 g/L
5	Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA	4	0	12,5 ml/L
6	Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA	0	9	12,5 ml/L
7	Trat 5 + Trat 6 (Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA)	4	9	12,5 mL/L+12,5 mL/L
8	Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio	2	0	25 mL/L
9	Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg	0	5	22,5 mL/L
10	Trat 8 + Trat 10 (Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio + sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg)	2	5	25,0 mL/L+22,5 mL/L

2.2.4. AVALIAÇÕES

No período de três anos consecutivos de experimento foram realizadas anualmente as avaliações que são descritas a seguir e em seguida foi realizada uma média das avaliações desses três anos.

Para a análise química das folhas, 20 dias após a última pulverização, foram coletadas por tratamento um total de 30 folhas recém amadurecidas do crescimento do ano, ou totalmente expandidas, conforme recomendado por Raij e Piza Junior (1997). As folhas foram trazidas para o Laboratório de Plantas da Faculdade de Engenharia/UNESP, lavadas com água e em seguida secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C +/- 2°C até massa constante e determinou-se o teor foliar de macronutrientes e micronutrientes conforme metodologia para descrita por Malavolta et al. (1997).

Para avaliação dos componentes da produção nas colheitas (25 de janeiro a 4 de fevereiro de 2005; 8 de janeiro a 1 de fevereiro de 2006 e 25 de janeiro a 5 de fevereiro de 2007) dos frutos de pinheira foram coletados os frutos que apresentavam o início do afastamento dos carpelos e nesta ocasião foram avaliados os números de frutos produzidos por planta; massa, comprimento e diâmetro dos frutos, bem como a produtividade da planta. O número de frutos por planta representou a somatória de todos os frutos produzidos por cada planta. Para as medições do comprimento e diâmetro do fruto foi utilizada uma calha de madeira graduada em centímetros e as determinações da massa dos frutos e produtividade da planta foram realizadas utilizando-se uma balança.

Para as avaliações dos componentes da qualidade dos frutos no Laboratório de Tecnologia de Alimentos separaram-se 10 frutos por tratamento e em seguida foram realizadas as avaliações dos teores dos sólidos solúveis totais, acidez total titulável e pH utilizando as normas estabelecidas pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 4 para a média de três colheitas consecutivas que não houve diferença estatística entre os tratamentos para os teores foliares de N, P, K, Mg, S, B, Mn, Fe e Cu. Para os teores de Zn observa-se na mesma Tabela que os tratamentos 3 (sulfato de zinco), 6 (sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA), 7 (trat 5+ trat 6), 9 (sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg) e 10 (trat 8+ trat 9), não diferiam entre si e foram significativamente superiores à testemunha (apenas água) e aos tratamentos 2, 4, 5 e 8. Quanto ao Ca verifica-se que os tratamentos 5 e 9 foram superiores à testemunha. Os demais tratamentos não diferiram entre si bem não diferiram da testemunha e dos tratamentos 5 e 9.

Verifica-se nestes resultados que o sulfato de zinco individualmente ao quando misturado ao EDTA foi eficiente no fornecimento de zinco às plantas. Quanto ao boro observou-se que não houve influência da aplicação foliar desse nutriente, semelhante aos resultados obtido por Santos et al. (1999), quando compararam a eficiência de adubos foliares quelatizados contendo B, Mn e Zn com a aplicação convencional de sulfato de Zn, sulfato de Mn; ácido bórico, cloreto de potássio e cloreto de Zn em plantas de laranja Pera (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). Observaram que os quelatos (Grex citros, Basf foliar, Copas Citros, Plantin Citros, Citrol e Fertamin Citros) e os sais foram eficientes como fornecedores Mn e Zn, mas não de B devido ao fato, segundo os autores, que a principal fonte fornecedora de B para as plantas foi o solo, uma vez que as plantas do tratamento testemunha apresentaram teor adequado de B em suas folhas.

Em ateiras/pinheiras cultivadas no Nordeste, os teores foliares de 107 mg/kg de B foram observados por Kist e Manica (1994) e 44,6 a 87,6 mg/kg de B verificados por Carvalho e Nogueira (2002) na composição mineral da cultura da pinha cultivada no Estado do Rio de Janeiro. Para o Zn foram observados 20 mg/kg de Zn por Kist e Manica (1994) e 12,7 a 29,1 mg/kg de Zn verificados por Carvalho e Nogueira (2002). Portanto, considerando que os teores foliares de boro e zinco se aproximam da faixa dos teores relatados para a Pinheira cultivada nas diferentes regiões do país, e ainda que não foi observada nenhuma deficiência nutricional, considera-se que as plantas apresentam bom estado nutricional mesmo na ausência de adubação foliar, o que pode ter influenciado na resposta das plantas. Tal resultado concorda com os dados de Caetano (1982) e Santos et al. 1999) que também não encontraram efeito na produção de plantas cítricas através do fornecimento de micronutrientes via foliar em pomares aparentemente nutridos e equilibrados.

Tabela 4. Médias de três colheitas consecutivas para os teores foliares de macronutrientes e micronutrientes da pinheira submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.

Tratamentos	Macronutrientes						Micronutrientes				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Mn	Fe	Cu
	g/kg						mg/kg				
1. Apenas água	30,70	1,12	11,56	16,73b	2,36	1,25	99,0	27,5c	45,00	110,25	13,57
2. Ácido bórico	29,70	1,18	12,08	22,51ab	3,26	1,58	113,5	22,0c	48,75	131,25	14,07
3. Sulfato de zinco	26,72	1,12	12,56	21,25ab	4,85	1,46	104,5	74,5a	57,25	82,75	15,25
4. Trat 2 + Trat 3	28,12	1,42	12,99	16,73ab	2,86	1,56	130,0	55,5b	49,75	94,75	10,20
5. Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA	28,92	1,25	11,93	29,52a	2,81	1,45	131,0	27,5c	43,75	92,00	13,25
6. Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA	30,46	1,14	12,44	26,41ab	1,77	1,50	106,0	79,0a	36,25	79,75	11,75
7. Trat 5 + Trat 6	32,46	1,20	13,38	24,13ab	2,21	1,46	120,0	65,5ab	56,25	96,50	10,42
8. Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio	29,41	1,16	12,64	29,13ab	2,72	1,54	117,5	18,5c	43,50	90,00	11,80
9. Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg	29,22	1,18	12,25	24,48a	3,30	1,52	94,0	74,5a	46,00	88,50	10,60
10. Trat 8 + Trat 9	29,10	1,15	13,53	19,91ab	2,43	1,53	122,0	78,0a	39,75	88,25	10,95
Teste F	2,15ns	1,64ns	0,39ns	5,29*	0,95ns	0,61ns	1,55ns	91,83*	1,25ns	0,78ns	1,60ns
C.V. %	5,03	7,41	12,41	12,97	42,71	11,39	12,6	7,2	18,01	25,30	15,97

*médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

ns=não significativo

A análise química do solo, da área experimental, revelou que este pode ser o fornecedor de boro e zinco às plantas uma vez que os teores encontrados situam-se dentro da faixa dos níveis considerados médio e alto, respectivamente, segundo os padrões estabelecidos para os solos do Estado de São Paulo (RAIJ et al., 1997).

Durante a condução do experimento foram utilizadas práticas culturais destacando-se o uso de esterco bovino utilizado anualmente e este provavelmente pode ter contribuído para a manutenção da fertilidade do solo pelo menos quanto ao boro e ao zinco, visto que nenhum outro fertilizante contendo boro ou zinco foi utilizado. O uso de esterco bovino é muito comum na fruticultura e este material também é fonte de nutrientes como constataram Canesin e Corrêa (2006) estudando o uso de esterco associado aos adubos minerais na produção de mudas de mamoeiro. De acordo ainda com Basso e Suzuki (2001), em solos bem providos de matéria orgânica e com pH inferior a 7, normalmente não há problemas com a falta de boro.

Na Tabela 5 observa-se que não houve efeito significativo entre os tratamentos para número de frutos por planta; massa, comprimento e diâmetro médio dos frutos e assim como para a produtividade da pinheira, provavelmente pelo fato das plantas estarem bem nutridas.

Constata-se que os valores para a massa, comprimento e diâmetro dos frutos estão abaixo daqueles relatados por Pelinson (2003), o qual verificou em função de diferentes métodos de polinização para a Pinheira (*Annona squamosa* L), valores de massa do fruto entre 204 a 290 g; comprimento do fruto entre 6,8 a 7,8 cm e diâmetro do fruto entre 7,9 a 8,5 cm.

Na Tabela 6 verifica-se que para o número de sementes por fruto e massa de sementes não houve diferença estatística entre os tratamentos. Quanto ao pH, os tratamentos 2 (ácido bórico) e 8 (ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio) não diferiram entre si, como também não diferiram da testemunha e do tratamento 7, sendo ainda superiores aos tratamentos 3, 4, 5, 9 e 10.

Em comparação com os valores relatados para Pinheira por Pelinson (2003), para número de sementes por frutos variando entre 40 a 63, observa-se que os tratamentos 4, 6 e 7, encontram-se abaixo desses valores. Para a massa de sementes variando de 14 a 24 g verifica-se que todos os tratamentos se encontram dentro dos valores obtidos pelo autor.

Para os sólidos solúveis totais observa-se na Tabela 6 que, com exceção do tratamento 7 (Trat 5 + Trat 6) que não diferiu estatisticamente da testemunha, os tratamentos 3 (sulfato de zinco) e 6 (sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA), não diferem entre si e foram significativamente superiores à testemunha. Os demais tratamentos não diferiram entre si, bem como não diferiram da testemunha e dos tratamentos 3 e 6.

Tabela 5. Médias de três colheitas consecutivas para número de frutos por planta, massa, comprimento, diâmetro do fruto e produtividade da planta de pinheira submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.

Tratamentos	Número médio de		Massa média	Comprimento	Diâmetro	Produtividade (kg/planta)
	frutos/pl	dos frutos (g)	médio dos frutos (cm)	médio dos frutos (cm)		
1.Apenas água	55	156,0	6,0	6,5	7,9	
2.Ácido bórico	42	194,0	7,0	7,0	6,5	
3.Sulfato de zinco	44	201,0	6,5	7,0	7,2	
4.Trat 2 + Trat 3	46	191,5	6,0	6,5	6,9	
5.Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA	41	187,5	6,5	7,0	5,9	
6.Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA	44	210,0	6,0	7,0	7,0	
7.Trat 5 + Trat 6	35	193,0	6,5	7,0	5,7	
8.Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio	57	217,0	6,5	7,0	10,0	
9.Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg	51	213,0	6,5	7,0	7,9	
10.Trat 8 + Trat 9	42	185,5	6,5	7,0	6,1	
Teste F	0,48ns	2,22ns	0,64ns	1,00ns	0,82ns	
C.V.%	29,7	8,5	8,7	4,3	29,4	

*médias seguidas por letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

ns= não significativo

Tabela 6. Médias de três colheitas consecutivas para número de sementes, massa das sementes por frutos, pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável dos frutos da pinheira submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.

Tratamentos	Número médio de sementes/fruto	Massa média das sementes (g)	pH	Sólidos solúveis totais (°Brix)	Acidez total titulável (g de ácido cítrico/100g de polpa)
1.Apenas água	39	13,5	5,25abc	21,0b	0,226d
2.Ácido bórico	48	18,5	5,45ab	21,5ab	0,243cd
3.Sulfato de zinco	42	16,5	5,15c	23,0a	0,251bc
4.Trat 2 + Trat 3	36	15,0	5,15c	22,5ab	0,252bc
5.Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA	43	17,0	5,1c	22,5ab	0,271a
6.Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA	39	14,0	5,2bc	23,0a	0,251bc
7.Trat 5 + Trat 6	39	14,5	5,25abc	21,0b	0,240cd
8.Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio	49	18,5	5,5a	22,0ab	0,238cd
9.Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg	43	17,5	5,15c	22,5ab	0,240cd
10.Trat 8 + Trat 9	43	16,0	5,15c	22,5ab	0,266ab
Teste F	1,15ns	1,64ns	9,57*	4,90*	18,56*
CV%	12,9	12,4	1,18	2,20	1,77

*médias seguidas por letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

ns=não significativo

Constata-se ainda que todos os tratamentos encontram-se acima da faixa de 19,79 a 21,79° Brix, obtidos por Pelinson (2003).

Para a acidez total titulável (Tabela 6) verifica-se que os tratamentos 5 (ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA) e 10 (trat 8 + trat 9) não diferem entre si e foram superiores à testemunha e tratamentos 2, 7, 8 e 9. Em comparação com os valores obtidos por Pelinson (2003) constata-se, com exceção dos tratamentos 4, 5 e 10 que foram superiores, os demais tratamentos encontram-se dentro da faixa de 0,161 a 0,251 g de ácido cítrico/100 g de polpa.

Nos resultados obtidos neste trabalho, verificou-se que não houve influência da aplicação foliar de boro sobre os componentes da produção, embora, Costa et al. (2002), trabalhando com diferentes formas de aplicação de boro em pinha (*Annona squamosa* L.), observaram que a aplicação de solução contendo 0,25 g de ácido bórico/100 litros de água, nas pulverizações foliares, e 40 g de ácido bórico no solo promoveram um aumento na produtividade e no número de frutos por planta. Entretanto foram semelhantes aos resultados obtidos por Siebeneichler et al. (2005) que com aplicações foliares de bórax observaram que embora houve uma elevação nos teores foliares de boro em abacaxizeiro, não foi suficiente para alterar a massa do fruto e as características físicas e químicas, com exceção do conteúdo de SST que sofreu ligeiro aumento. Maeda (2005), no entanto, observou que a aplicação foliar de boro e zinco com EDTA em plantas de abacaxi foi eficiente no fornecimento desses micronutrientes, porém não alterou a produção e a qualidade dos frutos.

Com relação ao teor de zinco observou-se um aumento dos teores foliares desse nutriente, o que pode ter influenciado no aumento dos sólidos solúveis totais, no entanto, contrário ao resultado obtido por Caetano (1982) que observou que a aplicação foliar do quelato Grex Citrus, na dose de 200 ml em 100 litros de água, foi suficiente para elevar os teores foliares de Zn, Mn e B, contudo não houve um aumento na produção, massa média dos frutos, porcentagem de suco, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e ratio. Porém, Usha e Singh (2002) obtiveram resultados positivos na produção e qualidade de frutos de videira, cv. Perlette, com a aplicação foliar de B, Zn, Fe e Mn, bem como, Stover et al. (1999) na produção de maçã, cv. McIntosh, com aplicação foliar de B na forma de solubor e Zn na forma de quelato de zinco.

Os resultados observados nestes trabalhos demonstraram que o boro e o zinco podem ser absorvidos pelas folhas.

Foi demonstrado que o boro exibe rápida e significativa mobilidade no floema de espécies como pera, maçã, cereja, aipo e azeitona as quais produzem polióis como fotossintético primário, nestas espécies produtoras de polióis (manitol, sorbitol e dulcitol) as aplicações foliares desse nutriente podem ser utilizadas para corrigir deficiências de boro e suprir de boro a flor e o fruto. Repostas significativas à aplicação foliar desse nutriente na

frutificação têm sido observadas em muitas espécies frutíferas em consequência desta mobilidade (BROWN; SHELP, 1997).

Em espécies onde não são encontrados esses açúcares como no caso da Pinheira (*Annona squamosa* L.) e em Citrus (ZIMMERMANN; ZIEGLER, 1975), a mobilidade do boro nas folhas é muito limitada como verificado por Boaretto et al. (2004) em plantas cítricas, isso porque nestas plantas o boro é pouco móvel no floema, por onde deveria ser transportado das folhas que recebem a adubação foliar para as partes jovens.

Quanto ao zinco, de acordo com Swietlik (2002), um pré-requisito essencial para respostas das plantas à aplicação foliar deste parece ser a presença de sintomas de deficiência como observado pelo autor em macieiras, citrus e videiras. Contudo, em folhas de laranjeiras Boaretto et al. (2003) observaram que a translocação do zinco é nula até cinco dias após aplicação e aos 30 dias após a aplicação 84 % permaneciam nas folhas que receberam a aplicação, enquanto que 8 % foi translocado para as partes novas.

Uma análise mais detalhada foi realizada por Boaretto et al. (1999) nas recomendações de adubação foliar prescritas nos boletins técnicos e aquelas contidas em folhetos de propaganda distribuídos por empresas que vendem adubo foliar para citros. Nas considerações dos autores constatou-se quanto aos micronutrientes quelatizados que as vantagens destes sobre os sais correspondentes são ainda discutíveis e não se pode afirmar que os aumentos da absorção foliar de nutrientes quando quelatizados elevam a produtividade de frutos.

Dentro deste contexto deve-se considerar que a resposta das plantas à aplicação foliar de boro e zinco depende não somente das fontes utilizadas, mas também de outros fatores como os teores desses elementos no solo, bem como, a absorção, translocação e redistribuição dos mesmos nas folhas das espécies vegetais em que são utilizados.

2.4.CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir:

1. O ácido bórico com ou sem EDTA não foi eficiente no fornecimento de B à pinheira;
2. O sulfato de zinco com ou sem EDTA foi eficiente no fornecimento de Zn à pinheira;
3. Os aumentos dos teores foliares de zinco não foram suficientes para alterar os componentes da produção da pinheira;
4. O sulfato de zinco com ou sem EDTA elevou os teores de sólidos solúveis totais,
5. O ácido bórico com ou sem EDTA promoveu uma elevação do pH e da acidez total titulável.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. A.; RAIJ, B. van. Adubação com micronutrientes, In: _____. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. p.27 (Boletim técnico, 100).

BASSO, C.; SUZUKI, A. Solos e nutrição. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Nashi: a pêra japonesa**. Florianópolis: EPAGRI, 2001. p. 139-160.

BELOTTO, F.A.; MANICA, I. Clima e solo. In: MANICA, I. **Fruticultura - Cultivo de anonáceas Ata-Cherimólia-Graviola**. Porto Alegre: EVANGRAF, 1994, p.12-17.

BOARETTO, A.E.; BOARETTO, R.M.; CONTIN, T.L.M.; MURAOKA, T. É móvel ou imóvel o boro em laranjeira?. **Laranja**, Cordeirópolis, v.25, n.1, p.195-208, 2004.

BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T.; BOARETTO, R.M. Absorção e translocação de micronutrientes, aplicados via foliar, pelos citros, **Laranja**. Cordeirópolis, v.24, n.1, p.177-197, 2003.

BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, M.W. Adubação foliar corretiva e preventiva em citros, **Laranja**. Cordeirópolis, v.20, n.1, p.233-250, 1999..

BROWN, P. H.; SHELP, B.J. Boron mobility in plants. **Plant and Soil**, The Hague, v.193, p.85-101, 1997.

CAETANO. A.A. **Estudo da eficiência de várias fontes dos micronutrientes, zinco, manganês e boro aplicados em pulverizações na laranjeira ‘Valência’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)**. 1982. 46 f.. Dissertação (Mestrado-Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.

CANESIN, R.C.F.S.; CORRÊA, L.S. Uso de esterco associado à adubação mineral na produção de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.481-486, 2006.

CARVALHO, A.J.; NOGUEIRA, A.S. Teores de micronutrientes na cultura da pinha (*Annona squamosa* L.) em função de épocas de poda de produção, amostragem foliar e métodos de polinização no norte do Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 27, 2002, Belém/PA, **Anais...** Belém: EMBRAPA, CD-ROM.

COSTA, S.L.; CARVALHO, A.J.; PESSANHA, P.G.O.; MONNERAT, P.H. & MARINHO, C.S. 2002. Produtividade da cultura da Pinha (*Annona squamosa* L.) em função de níveis de adubação nitrogenada e formas de aplicação de boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, 2002, p.543-546.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa-CNPq, 1999. 412p.

HERNANDEZ, F.B.T.; LEMOS FILHO, M.A.F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FE-Área de hidráulica e Irrigação, 1995, 45p. (Série irrigação, 01).

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 3 ed. São Paulo: IAL, 1985. v.1, 533p.

KAVATI, R. **Instruções para a cultura da Atemóia**. Campinas: CATI, 1992, 5p. (Comunicado técnico, 88).

KAVATI, R. Melhoramento em fruta-do-conde. In: SÃO JOSÉ, A.R.; SOUZA, I.V.B.; MORAIS, O.M.; REBOUÇAS, T.N.H. **Anonáceas-Produção e mercado**. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia: Vitória da Conquista, 1997. p.47-54.

KIST, H.G.K.; MANICA, I. Adubação e Irrigação. In: MANICA, I. **Fruticultura - Cultivo de anonáceas Ata-Cherimólia-Graviola**. Porto Alegre: EVANGRAF, 1994, p.46-61.

LOPES, A.S.; SOUZA, E.C.A. Filosofias e eficiência da aplicação. In: FERREIRA, M.E. et al. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: POTAFOS, 2001. p. 268.

MAEDA, A. S. **Adubação foliar e axilar na produtividade e qualidade de abacaxi**. 2005. 43 f. Dissertação (Mestrado-Agronomia)-Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MANICA, I. Taxonomia ou sistemática, morfologia e anatomia. In: MANICA, I. **Fruticultura - Cultivo de anonáceas Ata-Cherimólia-Graviola**. Porto Alegre: EVANGRAF, 1994, p.3-11.

PAIVA, M.C.; FIORAVANÇO, J.C. Cultivares e melhoramento. In: MANICA, I. **Fruticultura - Cultivo de anonáceas Ata-Cherimólia-Graviola**. Porto Alegre: EVANGRAF, 1994, p.18-29.

PELINSON, G.J.B. **Efeito de técnicas visando melhoria da qualidade e produção de pinha no período de entressafra**. f. 2005. Dissertação (Mestrado-Agronomia)-Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.

QUAGGIO, J.A.; MATTOS JUNIOR, D.; CANTARELLA, H.; TANK JUNIOR, A. Fertilização com boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranja 'Pêra'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.38, n.5, 2003, p.627-634.

QUAGGIO, J.A.; PIZA JUNIOR, C.T. Fruteiras Tropicais. In: FERREIRA, M.E. et. al. (Eds.) **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq, FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 459-492.

RAIJ, B. van.; PIZA JUNIOR, C.T. Frutíferas, In: _____. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. p.123 (Boletim técnico 100).

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J.C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico. 2001, 285p.

SANTOS, C.H.; DUARTE FILHO, J.; MODESTO, J.C.; GRASSI FILHO, H.; FERREIRA, G. Adubos foliares quelatizados e sais na absorção de boro, manganês e zinco na em laranja 'Pera'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.999-1004, 1999.

SIEBENEICHLER, S.C.; MONNERAT, P.H.; CARVALHO, A.J.C.; SILVA, J.A.; MARTINS A.O. Mobilidade de boro em plantas de abacaxi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n.2, p. 292-294, 2005.

SPIRONELLO, A.; SOARES, N.B.; KAVATI, R. Anona, In: FAHL J.I. et al. (Eds) **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1998, p. 101. (Boletim técnico, 100).

STOVER, E.; FARGIONE, M.; RISIO, R.; STILES, W; IUNGERMAN, K. Prebloom foliar boron, zinc, and urea applications enhance cropping of some 'Empire' and 'McIntosh' apple orchards in New York. **HortScience**, St. Joseph, v. 34, n.2, 1999. <www.ashs.org/hortscience>. Acesso em: 18 fev 2006.

SWIETLIK, D. Zinc nutrition of fruit trees by foliar sprays. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 1, n. 594, p.123-129, 2002.

TIRITAN, S.T. **Adubação foliar de micronutrientes em citros**. 1996. 64 f.. Dissertação (Mestrado-Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

USHA, K.; SINGH, B. Effect of macro and micro-nutrient spray on fruit yield and quality of grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Perlette. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 1, n. 594, p.197-202, 2002.

ZIMMERMANN, M.H.; ZIEGLER, H. List of sugar and sugar alcohols in sieve-tube exudates. In: ZIMMERMANN, M.H.; MILBURN, J.A. (Ed.). **Encyclopedia of plant**

physiology. New York: Springer-Verlag, 1975. v. 1, Transport in Plants, I. Phloem Transport. p.480-503.

CAPITULO 3

FERTILIZANTES FOLIARES COM BORO E ZINCO EM VIDEIRA NIAGARA ROSADA

RESUMO

A adubação foliar tem sido uma das formas utilizadas para aplicar micronutrientes. Entretanto, os micronutrientes têm baixa mobilidade ou são quase imóveis no floema. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da aplicação de fertilizantes foliares com B e Zn sobre a nutrição, produção e a qualidade dos cachos da videira. O experimento foi conduzido no período de 2005 a 2007 na Fazenda Experimental da ‘Universidade Estadual Paulista’, localizada no município de Selvíria-MS, enquadrada em região de cerrado, no sudeste do Estado do Mato Grosso do Sul-Brasil. O tipo climático da região caracteriza-se como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Foram utilizadas plantas de videira cv. Niagara Rosada, enxertada no porta-enxerto o IAC 572 ‘Jales’ e fontes nas doses de 110 g ha⁻¹ de B e 250 g ha⁻¹ de Zn em cada aplicação, sendo os tratamentos utilizados: T1. Apenas água; T2. Ácido bórico; T3. Sulfato de zinco, T4. T2 + T3; T5. Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA; T6. Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA; T7. T5 + T6; T8. Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio; T9. Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg e T10. T8+T9. Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições, sendo cada parcela constituída por três plantas úteis e compararam-se as médias utilizando-se o teste de Tukey a 5%. Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que: 1. O ácido bórico com ou sem EDTA não foi eficiente no fornecimento de B à videira; 2. O sulfato de zinco com ou sem EDTA foi eficiente no fornecimento de Zn à videira; 3. Os aumentos dos teores foliares de zinco não foram suficientes para alterar os componentes da produção da videira; 4. O sulfato de zinco com EDTA promoveu uma elevação do número de bagas por cacho e da acidez total titulável.

Palavras-chave: *Vitis labrusca* L., micronutrientes, quelatos, nutrição, produção, qualidade dos cachos.

LEAF SPRAY FERTILIZATION OF BORON AND ZINC ON GRAPEVINE

ABSTRACT

Leaf spray fertilization has been the most used way to apply micronutrients. Commonly are used sources as salts, oxides and quelates. However, the micronutrients have a low mobility or almost immobile in phloem. In this context, the objective of this research was to verify the effect of leaf spray fertilization of B and Zn on nutrition, production and cluster quality of grapevine. The experiment was conducted in the period from 2004 to 2007 in the 'Universidade Estadual Paulista' Experimental Station in Selvíria-MS, in soil previously with savanna, southeastern Mato Grosso do Sul State - Brazil. The climate is tropical wet and dry. It was used plants of grapevine grafted on IAC 572 'Jales' rootstock and doses of 110 g ha⁻¹ de B e 250 g ha⁻¹ de Zn in each application. The treatments were: T1. Water, T2. Boric acid, T3. Zinc sulfate, T4. T2 + T3, T5. Boric acid + urea + citric acid + EDTA, T6. Zinc sulfate + urea + citric acid + EDTA, T7. T5 + T6, T8. Boric acid + urea + citric acid + EDTA + sodium molibdate + sulfur + calcium chloride, T9. Zinc sulfate + urea + citric acid + EDTA + Fe sulfate + Mn sulfate + Mg sulfate and, T10. T8+T9. A randomized blocks design was used in 4 repetitions, where each experimental unit was formed by 3 useful plants and the averages were compared by Tukey test at 5%. Based on the results we may conclude that: 1. The boric acid with or without EDTA was not efficient to provide B to grapevine, 2. The zinc sulfate with or without EDTA was efficient to provide Zn to grapevine, 3. The increasing of the leaf contents of Zn was not sufficient to modify the components of production of grapevine, 4. The zinc sulfate with EDTA elevated of number of berries per cluster and the total titratable acidity.

Keywords: *Vitis labrusca* L., micronutrient, quelates, nutrition, production, cluster quality.

3.1. INTRODUÇÃO

Segundo Barbosa et al. (2003), analisando-se os dados do Projeto LUPA (Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agrícola do Estado de São Paulo) e de consultas aos fruticultores de diversas regiões paulistas nos anos de 1998 a 2002, constatou-se que a videira foi classificada como a frutífera de clima temperado mais cultivada no Estado de São Paulo. Entre as uvas rústicas, as principais cultivares citadas foram: 'Niagara Rosada', 'Niagara Branca' e 'Isabel', sendo as mais cultivadas na região de Campinas. Entre as uvas finas, as mais citadas foram: 'Itália', 'Rubi', 'Benitaka', 'Redglobe', 'Red Meire', 'Centennial Seedless', 'Brasil'; 'Patrícia' e 'Máximo', tratando-se das cultivares mais plantadas na região de Jales, no noroeste do Estado de São Paulo.

A 'Niagara Rosada' é o resultado de uma mutação somática ocorrida na uva 'Niagara Branca' (*Vitis labrusca* L. x *Vitis vinifera* L.) em 1933, em Louveira-SP (SOUSA, 1996). De acordo com Protas et al. (2002), o Estado de São Paulo apresenta 9.082 ha cultivados com videira, sendo 5.270,2 ha de 'Niagara Rosada' (*Vitis labrusca* L.). A região Noroeste do Estado possui 1.212 ha com variedades de mesa, sendo 108,5 ha de 'Niagara Rosada'.

Esta variedade tem se apresentado como ótima alternativa para a região em relação ao cultivo de uvas finas de mesa, devido ao menor custo com mão-de-obra, menor suscetibilidade às doenças fúngicas, boa aceitação no mercado interno e aos bons rendimentos obtidos em condições irrigadas (CONCEIÇÃO et al., 1999).

Contudo, devido ao fato da cultivar Niagara Rosada ser mais exigente em boro, recomenda-se como tratamento preventivo, a aplicação em pulverização de uma solução contendo 1 g de ácido bórico por litro de água, aplicada três vezes antes do florescimento, de 7 em 7 dias. Pode-se aplicar também de 10 a 20 g por planta de bórax no solo logo após a poda quando o solo apresentar teor de boro inferior a 0,21 mg/dm³ (TERRA, 1997; TERRA, 2001).

A opção pela adubação foliar tem sido, de acordo com Quaggio e Piza Junior (2001), a forma mais utilizada para aplicar micronutrientes, não somente porque a quantidade necessária é pequena, mas também para se evitar a adsorção exagerada de elementos metálicos, que de modo geral são muito reativos com os colóides do solo, o que reduz a disponibilidade para as plantas. Entretanto, os micronutrientes têm baixa mobilidade ou são quase imóveis no floema, como é o caso do manganês e do boro. As fontes mais recomendadas de micronutrientes metálicos são sais formados com íons cloreto, sulfato e nitrato. Em aplicações foliares, a fonte de boro mais recomendada é o ácido bórico, que devido à reação ácida, é compatível com a maioria dos defensivos agrícolas.

De acordo com Lopes e Souza (2001) há vários fatores que contribuíram para o interesse e uso da prática da adubação foliar. O cultivo continuado de certas áreas tornou freqüente o aparecimento de deficiências minerais que, muitas vezes, são corrigidas eficientemente mediante pulverizações foliares, enquanto, as aplicações do elemento no solo nem sempre dão resultados satisfatórios. As dificuldades representadas pela lixiviação ou pela fixação dos nutrientes no solo podem assim ser evitadas através da adubação foliar, de tal modo que a resposta obtida ao fornecimento de uma dada quantidade de nutrientes em falta, muitas vezes é bem maior do que a conseguida com a aplicação tradicional via solo. No que tange aos micronutrientes, as necessidades totais das culturas podem freqüentemente ser satisfeitas com somente uma aplicação.

Porém, a solubilidade ou não em água é um dos importantes atributos para orientar o modo de aplicação. As recomendações de adubações de micronutrientes, quando indicadas nas tabelas de adubação das culturas, são para aplicações localizadas, no sulco ou em covas, ou mesmo na superfície do solo, para culturas perenes, exceto naqueles casos em que é prescrita a aplicação foliar. Nestes casos, na aplicação foliar pode ser utilizada solução de sais inorgânicos solúveis em água (ABREU; RAIJ, 1997).

Dentre os micronutrientes, o boro e o zinco merecem atenção especial por se tratarem de elementos cujas deficiências apresentam em maior frequência nas culturas. A participação destes elementos é também de fundamental importância, pois estes estão diretamente relacionados à formação e qualidade do fruto (MALAVOLTA et al., 1997).

Segundo Terra (2001), os primeiros sintomas de deficiência de boro em videira aparecem nos órgãos mais novos devido à sua imobilidade dentro da planta. Os sintomas compreendem o amarelecimento das áreas internervais das folhas apicais; cachos malformados, com bagas normais entremeadas com bagas pequenas, das quais algumas são alongadas com superfícies deprimidas e escuras na casca, apresentando muitas delas, necrose da polpa, bem visível quando verde. As secas prolongadas, no início da vegetação, também contribuem para essa deficiência conhecida como “chocolate das bagas”.

As plantas de videira deficientes em zinco, de acordo com Terra (2001), apresentam folhas de tamanho pequeno, aspecto clorótico das folhas apicais, folhas com enrugamento ao longo da nervura e seio peciolar aberto ou completamente fechado. Geralmente, de acordo com o autor, não ocorre deficiência de zinco no campo em virtude de sua presença nos defensivos agrícolas utilizados.

Verifica-se que o cultivo da ‘Niagara Rosada’ na região desponta como uma boa alternativa para o produtor. Entretanto, essa cultivar exige maiores cuidados com relação a adubação com boro e pouco informação existe sobre adubação com zinco. Assim, os produtores utilizam técnicas importadas de outras regiões produtoras ou até mesmo uma

associação de práticas utilizadas para outras culturas, destacando-se a aplicação foliar de micronutrientes. Motivados ainda pela propaganda e grande oferta de produtos existentes no mercado, sobretudo formulações com micronutrientes quelatizados, vem utilizando esses produtos sem o embasamento científico adequado e neste sentido se insere o objetivo deste trabalho o qual foi verificar o efeito da aplicação de fertilizantes com B e de Zn sobre a nutrição, produção e qualidade dos cachos da ‘Niagara Rosada’.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. LOCAL E CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS

O experimento foi conduzido no período de 2004 - 2007, abrangendo três colheitas consecutivas. Foi utilizada a videira instalada numa área irrigada da Fazenda Experimental da UNESP (Universidade Estadual Paulista), Campus de Ilha Solteira - SP, situada a 20°22' de latitude sul, 51°22' de longitude oeste e altitude de 335 metros, localizada no município de Selvíria-MS, enquadrada em região de cerrado, no sudeste do Estado do Mato Grosso do Sul-Brasil.

O solo da área foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso, A moderado, hipodistrófico, álico, caulínítico, férrico, muito profundo, moderadamente ácido (EMBRAPA, 1999). A seguir são apresentadas no Quadro 7 as análises químicas do solo para a área de videira antes da instalação dos tratamentos. As análises químicas do solo foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por Raij et al. (2001). Verifica-se no quadro 7 teores alto de B e alto de Zn, segundo os padrões estabelecidos para os solos no Estado de São Paulo (RAIJ et al. 1997).

Embora para videira exista uma recomendação oficial de adubação e nutrição para o Estado de São Paulo, para as condições específicas de clima e solos da região noroeste de São Paulo as informações são ainda insuficientes, o que leva muitos produtores a realizarem adubações inadequadas nos vinhedos. Essas adubações nem sempre resultam em aumento de produção e às vezes ainda provocam um desequilíbrio nutricional da planta.

Quadro 7. Análise química do solo da área de videira antes da aplicação dos tratamentos. Ilha Solteira-SP.

M.O.	pH	P	K	Ca	Mg	H + Al	Al	SB	CTC	V
g/dm ³	CaCl ₂	Resina mg/dm ³				mmol/dm ³				%
24	5,3	234	9,5	40	24	34	0	73,3	107,3	68
Cu	Fe	Mn	Zn	B					S-SO ₄ ⁻²	
		DTPA		Água quente					Ca(H ₂ PO ₄) ₂	
			mg/dm ³							
5,9	21	30,4	2,7	1,64					149	

O tipo climático da região é Aw, segundo a classificação de Koeppen, caracteriza-se como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 24,1⁰C, precipitação média anual de 1370 mm e umidade relativa média anual de 64,8% (HERNANDEZ et al., 1995).

A seguir estão apresentados no Quadro 6 as médias mensais da temperatura, umidade relativa e chuvas da região de Ilha Solteira fornecidos pela área de Engenharia Rural-Hidráulica e Irrigação da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP, referente ao período de Janeiro de 2004 a Dezembro de 2007.

Quadro 8. Médias mensais da temperatura, umidade relativa e chuvas da região de Ilha Solteira-SP, período de janeiro de 20-04 a dezembro de 2007.

DATA		T °C			UR %			Chuva mm
MÊS/ANO	med	max	min	med	max	min	Total	
01/04	26,5	31,8	22,3	73,0	89,6	50,0	158,2	
02/04	25,9	31,1	22,1	74,4	91,8	50,4	138,7	
03/04	26,7	32,7	21,5	66,8	89,5	39,6	23,1	
04/04	25,9	32,1	21,6	71,3	90,7	44,2	56,9	
05/04	20,8	26,5	16,5	75,5	92,7	52,0	139,4	
06/04	20,9	26,7	15,9	68,5	88,2	45,9	24,1	
07/04	20,6	27,1	15,6	65,4	86,7	40,6	19,8	
08/04	23,3	31,1	15,8	48,5	79,8	24,3	0	
09/04	27,8	35,4	20,3	38,3	67,6	19,4	10,4	
10/04	24,3	29,9	19,4	68,1	88,9	45,1	174,2	
11/04	25,8	31,3	21,0	67,1	87,5	43,3	198,6	
12/04	25,8	31,5	21,4	72,9	90,5	48,8	196,1	
01/05	25,8	31,0	22,5	82,7	95,1	58,6	300,5	
02/05	27,1	33,5	21,1	60,8	85,8	34,4	2,5	
03/05	27,3	33,0	22,6	68,5	88,1	43,5	95,8	
04/05	26,7	32,8	21,7	65,1	88,9	38,7	47,5	
05/05	23,8	29,8	18,5	63,3	84,8	39,2	71,4	
06/05	22,8	28,3	17,9	68,6	89,8	45,4	36,1	
07/05	20,3	26,3	14,9	64,5	85,5	41,3	44,4	
08/05	23,7	31,1	16,9	49,8	78,6	26,2	3,8	
09/05	22,6	28,4	17,4	67,4	87,7	46,7	60,9	
10/05	26,7	33,2	21,7	66,8	88,5	39,7	63,5	
11/05	26,6	32,6	21,7	65,0	85,4	40,9	142,0	
12/05	25,5	30,8	21,6	75,0	90,7	51,3	196,6	
01/06	26,6	32,4	22,0	72,0	91,8	45,5	198,9	
02/06	26,0	32,0	21,2	79,3	94,8	51,6	267,2	
03/06	26,6	32,1	22,3	77,5	94,4	51,9	222,5	
04/06	25,4	31,1	20,4	69,5	89,7	46,3	28,2	
05/06	20,6	27,1	14,8	65,8	91,0	38,8	44,2	
06/06	22,2	28,3	16,5	59,7	83,8	35,6	24,1	
07/06	22,9	29,9	16,5	55,3	83,5	31,4	10,2	
08/06	24,5	31,8	17,4	47,7	76,3	25,6	45,0	
09/06	23,8	30,0	18,3	59,8	83,9	36,2	46,7	
10/06	26,1	32,0	21,4	67,7	87,9	42,9	80,8	
11/06	26,4	32,5	21,8	67,0	87,6	40,3	152,6	
12/06	26,3	31,6	22,4	78,5	93,8	54,5	325,9	
01/07	25,6	30,5	22,5	83,9	95,0	61,3	540,4	
02/07	26,6	32,2	22,4	76,3	93,4	49,8	104,9	
03/07	27,3	33,3	22,2	67,8	90,6	40,5	58,7	
04/07	26,9	33,0	21,5	68,3	92,5	39,2	24,1	
05/07	22,7	29,1	17,1	62,0	84,2	37,0	90,4	
06/07	22,5	29,4	16,0	60,3	88,3	33,2	0,0	
07/07	20,9	27,9	14,5	60,6	85,4	35,7	44,2	
08/07	23,2	30,6	16,5	52,4	81,0	27,8	0,0	
09/07	27,7	35,2	20,3	39,6	68,4	20,9	7,6	
10/07	28,0	34,8	21,9	53,4	78,7	30,8	66,7	
11/07	25,5	31,0	20,9	70,1	88,8	46,2	167,4	
12/07	26,5	32,6	21,7	70,8	91,5	43,2	199,6	

3.2.2. CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Neste trabalho foi utilizada a videira cultivar Niagara Rosada, enxertada no IAC 'Jales'. As plantas foram instaladas no ano 2000 com espaçamento de 2 m x 2,5 m, conduzidas no sistema de latada e mantidas irrigadas por microaspersão.

Para o controle de plantas invasoras foram realizadas capinas mecânicas e químicas, realizadas podas de produção em julho e para a quebra de dormência das plantas foi utilizado cianamida hidrogenada a 2%.

Para a adubação de produção foi utilizado 135 kg/ha de N, 80 kg/ha de P_2O_5 e 60 kg/ha de K_2O e 30 t/ha de esterco bovino, segundo recomendação de Terra (1997) e como fontes de N, P_2O_5 e K_2O foram utilizados os fertilizantes sulfato de amônio e uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

3.2.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo cada parcela útil constituída por três plantas. Para comparação de médias e após significância pelo teste F foi utilizado o teste de Tukey a 5%.

Os tratamentos utilizados no experimento estão apresentados no Quadro 9. Foram utilizadas fontes de B e Zn nas doses de 110 g ha⁻¹ e 250 g ha⁻¹ em cada aplicação, respectivamente. Utilizaram-se como fontes os fertilizantes ácido bórico, sulfato de zinco, bem como, produtos comerciais quelatizados 5, 6, 8 e 9, os quais apresentam o agente quelante EDTA, na sua formulação e que são muito utilizados na região. As concentrações de B e Zn nos tratamentos correspondem a 0,5 g de B/L e 1,12 g de Zn/L.

As pulverizações com B e Zn foram realizadas pela manhã, com intervalos quinzenais e iniciaram no florescimento das plantas e se seguiram até a formação dos frutos. Para as pulverizações foi utilizado um pulverizador costal de acionamento manual com bico tipo leque. Foram tomadas linhas intercaladas, assim como plantas intercaladas dentro da mesma linha, de tal modo que as plantas a serem pulverizadas estivessem isoladas das outras que receberam pulverização.

No primeiro ano de experimento as plantas receberam as pulverizações com boro e zinco em 14 de setembro de 2004, 5 e 26 de outubro de 2004. No segundo ano de experimento as pulverizações foram realizadas em 15 e 21 de dezembro de 2005 e 05 de janeiro de 2006 e no terceiro ano a videira recebeu as pulverizações com boro e zinco em 8 e 18 de setembro de 2006, e 1 de outubro de 2006.

Quadro 9. Tratamentos utilizados no experimento de Videira.

Tratamentos	Produtos utilizados	% de nutriente no produto		Dose aplicada g/L
		B	Zn	
1	Apenas água	0	0	0
2	Ácido bórico	17	0	3,3 g/L
3	Sulfato de zinco	0	20	5,6 g/L
4	Trat 2 + Trat 3 (Ácido bórico + sulfato de zinco)	17	20	3,3 g/L+5,6 g/L
5	Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA	4	0	12,5 ml/L
6	Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA	0	9	12,5 ml/L
7	Trat 5 + Trat 6 (Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA)	4	9	12,5 mL/L+12,5 mL/L
8	Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio	2	0	25 mL/L
9	Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg	0	5	22,5 mL/L
10	Trat 8 + Trat 10 (Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio + sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg)	2	5	25,0 mL/L+22,5 mL/L

3.2.4. AVALIAÇÕES

No período de três anos consecutivos de experimento foram realizadas anualmente as avaliações que são descritas a seguir e em seguida foi realizada uma média dos três anos.

Para a avaliação do estado nutricional da plantas, 20 dias após a última pulverização, foram coletadas por tratamento um total de 30 folhas, localizadas na base do primeiro cacho, no fim do florescimento. As folhas foram levadas para o Laboratório da FEIS/UNESP, lavadas com água e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C +/- 2°C até massa constante conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Para a avaliação dos componentes da produção na semana anterior às colheitas (29 de novembro a 23 de dezembro de 2004; 10 a 26 de janeiro de 2005 e 20 a 28 de novembro de 2006) foi realizada a contagem do número de cachos produzidos por planta e com auxílio de um paquímetro mediu-se o comprimento e o diâmetro dos cachos. Os comprimentos e os diâmetros dos cachos representam a média obtida de 5 frutos por tratamento, expressa em cm. Por ocasião das colheitas obteve-se a massa total dos cachos, expresso em gramas, utilizando-se uma balança e para a massa média dos cachos utilizou-se a média obtida de 10 cachos por tratamento. O número médio de bagas por cacho, diâmetro médio e comprimento médio das bagas, foi obtido utilizando-se a média de 3 cachos por tratamento.

Para as avaliações dos componentes da qualidade dos cachos no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da FEIS/UNESP separaram-se 5 cachos por tratamento e em seguida foram realizadas as avaliações do teor de sólido solúveis totais, acidez total titulável e pH, utilizando as normas estabelecidas pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a média de três colheitas consecutivas observa-se na Tabela 7 que os tratamentos não diferiram estatisticamente da testemunha (apenas água) quanto aos teores de N, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Fe e Cu. Verifica-se ainda na mesma Tabela com relação aos teores de Zn que os tratamentos 4 (Trat 2 + Trat 3), 6 (sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA) e 9 (sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg) não diferem estatisticamente entre si, bem como foram significativamente superiores à testemunha e aos tratamentos 2 e 5. Os demais tratamentos não diferiram entre si bem como não diferiram da testemunha e dos tratamentos 4, 6 e 9. Quanto aos teores de P o tratamento 10 foi significativamente superior ao tratamento 3. Os demais tratamentos não diferiram entre si bem como não diferiram da testemunha e do tratamento 10.

Constata-se nestes resultados que o sulfato de zinco individualmente ao quando misturado ao EDTA foi eficiente no fornecimento de zinco às plantas. Quanto ao boro observou-se que não houve influência da aplicação foliar desse nutriente, semelhante aos resultados obtido por Santos et al. (1999), quando compararam a eficiência de adubos foliares quelatizados contendo B, Mn e Zn com a aplicação convencional de sulfato de Zn, sulfato de Mn; ácido bórico, cloreto de potássio e cloreto de Zn em plantas de laranja Pera (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). Os autores observaram que os quelatos (Grex citros, Basf foliar, Copas Citros, Plantin Citros, Citrol e Fertamin Citros) e os sais foram eficientes como fornecedores Mn e Zn, mas não de B, devido ao fato, segundo os autores, que a principal fonte fornecedora de B para as plantas foi o solo, uma vez que as plantas do tratamento testemunha apresentaram teor adequado de B em suas folhas.

Para a videira, Terra (2001) considera de ótimo a ligeiro excesso teores foliares de 45-100 mg de B/kg e 30-200 mg de Zn/kg. De acordo com o autor, o nível crítico de B para folhas de videira situa-se em 100 mg/kg. Portanto, considerando que os teores foliares de boro e zinco se aproximam da faixa dos teores foliares relatados para a videira, e ainda que não foi observada nenhuma deficiência nutricional, considera-se que as plantas apresentam bom estado nutricional mesmo na ausência de adubação foliar, o que pode ter influenciado na resposta das plantas. Tal resultado concorda com os obtidos por Caetano (1982) e Santos et al. (1999) que também não encontraram efeito na produção de plantas cítricas através do fornecimento de micronutrientes via foliar em pomares aparentemente nutridos e equilibrados.

Tabela 7. Médias de três colheitas consecutivas para os teores foliares de macronutrientes e micronutrientes da videira submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.

Tratamentos	Macronutrientes					Micronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Mn	Fe	Cu
mg/kg											
1.Apenas água	27,23	2,31ab	8,57	27,77	4,54	2,41	59,5	34,5b	576,75	151,00	13,97
2.Ácido bórico	28,91	2,01ab	11,17	34,40	6,15	1,92	73,5	37,5b	527,59	127,59	10,52
3.Sulfato de zinco	26,88	1,78b	11,42	27,05	5,74	1,82	64,0	115,5ab	442,00	115,00	17,20
4.Trat 2 + Trat 3	29,30	1,88ab	9,92	29,25	5,07	2,10	65,0	229,0a	523,25	146,75	16,05
5.Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA	27,23	2,10ab	11,75	32,27	5,76	2,30	64,0	42,0b	655,25	208,50	9,60
6.Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA	27,65	2,14ab	11,15	26,95	4,47	1,89	59,0	232,0a	544,75	181,25	11,52
7.Trat 5 + Trat 6	30,10	1,88ab	10,52	30,00	5,42	2,12	64,5	164,0ab	510,00	210,50	11,45
8.Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio	29,12	2,02ab	9,75	29,42	5,01	2,27	63,0	161,0ab	497,25	175,75	9,00
9.Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg	29,78	1,91ab	11,57	33,02	5,99	2,44	58,5	215,0a	596,75	188,75	12,95
10.Trat 8 + Trat 9	27,38	2,46a	10,75	25,25	4,71	2,50	61,5	175,0ab	663,75	204,25	12,37
Teste F	0,40ns	3,26*	0,35ns	1,65ns	1,28ns	1,19ns	0,40ns	9,38*	0,98ns	3,07ns	3,10ns
CV%	9,38	8,09	22,12	10,93	14,47	14,51	15,2	25,9	17,97	16,14	17,11

*médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

ns=não significativo

A análise química do solo, da área experimental, revelou que este pode ser o fornecedor de boro e zinco às plantas uma vez que os teores encontrados situam-se dentro da faixa dos níveis considerados alto, segundo os padrões estabelecidos para os solos do Estado de São Paulo (RAIJ et al., 1997).

Durante a condução do experimento foram utilizadas práticas culturais destacando-se o uso de esterco bovino utilizado anualmente e este provavelmente pode ter contribuído para a manutenção da fertilidade do solo pelo menos quanto ao boro e ao zinco, visto que nenhum outro fertilizante contendo boro ou zinco foi utilizado. O uso de esterco bovino é muito comum na fruticultura e este material também é fonte de nutrientes como constataram Canesin e Corrêa (2006) estudando o uso de esterco associado aos adubos minerais na produção de mudas de mamoeiro. De acordo ainda com Basso e Suzuki (2001), em solos bem providos de matéria orgânica e com pH inferior a 7, normalmente não há problemas com a falta de boro.

Na Tabela 8, verifica-se que não houve efeito significativo para o número de cachos por planta, massa dos cachos, comprimento e diâmetro dos cachos e produtividade da videira. Isto ocorreu, provavelmente, porque as plantas encontram-se bem nutridas.

Constata-se ainda que todos os tratamentos encontram-se acima dos valores obtidos por Guerreiro (1997) para a 'Niagara Rosada', o qual verificou 5,5 a 8,5 cachos por planta, 46 a 83,2 g para massa do cacho; 5,47 a 10,36 cm para comprimento os cachos; 3,8 a 5,45 cm para diâmetro dos cachos e 0,25 a 0,66 kg por planta.

Observa-se na Tabela 9, para o número de bagas por cacho, que os tratamentos 6 (sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA) e 10 (Trat 8 + Trat 9) não diferem estatisticamente entre si, bem como, foram superiores à testemunha e aos tratamentos 2, 4 e 7. Os demais tratamentos não diferiram entre si bem como não diferiram da testemunha e dos tratamentos 6 e 10. Para a massa das bagas, comprimento e diâmetro das bagas, pH e sólidos solúveis totais não houve diferença estatística entre os tratamentos. Verifica-se que todos os tratamentos em comparação com os valores obtidos para 'Niagara Rosada' por Guerreiro (1997) encontram-se dentro das faixas de 1,8 a 3,3 g para massa de sementes; 1,4 a 1,8 cm para comprimento das bagas, 1,4 a 1,6 cm para o diâmetro das bagas e 12,8 a 15,3° Brix para sólidos solúveis totais.

Quanto a acidez total titulável (Tabela 9) verifica-se que o tratamento 9 (sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg) foi superior estatisticamente à testemunha e aos tratamentos 3, 4, 5, 6, 7 e 10 e não diferiu dos tratamentos 2 e 8.

Tabela 8. Médias de três colheitas consecutivas para número médio de cachos por planta; massa, comprimento e diâmetro médio dos cachos e produtividade da videira submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.

Tratamentos	Número médio dos cachos/planta	Massa média dos cachos (g)	Comprimento médio dos cachos (cm)	Diâmetro médio dos cachos (cm)	Produtividade (kg/planta)
1. Apenas água	17	111,5	10,5	5,5	1,8
2. Ácido bórico	20	124,0	11,0	6,0	3,1
3. Sulfato de zinco	22	114,5	10,5	5,5	1,7
4. Trat 2 + Trat 3	21	117,0	11,0	6,0	2,8
5. Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA	39	122,0	11,0	6,0	4,9
6. Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA	28	121,5	11,0	6,0	3,5
7. Trat 5 + Trat 6	39	109,0	11,5	6,0	4,6
8. Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio	40	139,5	11,0	6,5	4,4
9. Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg	16	110,5	10,5	5,5	2,3
10. Trat 8 + Trat 9	18	121,0	11,5	5,5	2,7
Teste F	4,34ns	0,37ns	1,00ns	1,00ns	2,77ns
CV %	25,4	17,4	4,7	8,2	30,7

*médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

ns= não significativo

Tabela 9. Média de três colheitas consecutivas para o número de bagas por cacho; massa, comprimento e diâmetro médio das bagas, pH; sólidos solúveis totais e acidez total titulável dos frutos de videira submetida à adubação foliar com boro e zinco no período de 2004 a 2007.

Tratamentos	Número médio de bagas por cacho	Massa média das bagas (g)	Comprimento médio das bagas (cm)	Diâmetro médio das bagas (cm)	pH	Sólidos solúveis totais (°Brix)	Acidez total titulável (g de ácido málico/100g de polpa)
1. Apenas água	36b	3,65	1,80	1,60	3,28	14,5	0,511bcd
2. Ácido bórico	36b	3,50	1,75	1,50	3,23	13,5	0,537abc
3. Sulfato de zinco	41ab	3,60	1,80	1,55	3,34	14,5	0,490cd
4. Trat 2 + Trat 3	36b	3,65	1,65	1,55	3,29	14,0	0,499bcd
5. Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA	38ab	3,70	1,85	1,45	3,31	14,0	0,495cd
6. Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA	47a	3,40	1,85	1,60	3,34	13,5	0,523bcd
7. Trat 5 + Trat 6	33b	3,60	1,80	1,50	3,35	14,5	0,508bcd
8. Ácido bórico + uréia + ácido cítrico + EDTA + molibdato de sódio + enxofre + cloreto de cálcio	42ab	3,45	1,70	1,50	3,35	14,0	0,547ab
9. Sulfato de zinco + uréia + ácido cítrico + EDTA + sulfato ferroso + sulfato de Mn + sulfato de Mg	36ab	3,35	1,75	1,45	3,36	13,5	0,587a
10. Trat 8 + Trat 9	52a	3,45	1,75	1,45	3,34	14,0	0,480d
Teste F	4,68*	0,92ns	0,81ns	1,04ns	0,45ns	0,62ns	13,44*
CV %	9,7	4,99	5,58	4,90	1,3	5,3	2,37

*médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

ns= não significativo

Os valores observados para todos os tratamentos encontram-se dentro da faixa de 0,32 a 0,72 g de ácido cítrico/100 g de polpa observados por Guerreiro (1997) para a 'Niagara Rosada'.

Constata-se nestes resultados que houve uma alteração da qualidade dos frutos como aumento do número de bagas por cacho e uma acidificação dos frutos. Resultados contrários foram observados por Caetano (1982) onde a aplicação foliar do quelato Grex Citrus, na dose de 200 ml em 100 litros de água, foi suficiente para elevar os teores foliares de Zn, Mn e B, contudo não houve um aumento na produção, massa média dos frutos, porcentagem de suco, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e ratio. No entanto, Usha e Singh (2002) obtiveram resultados positivos na produção e qualidade de frutos de videira, cv. Perlette, com a aplicação foliar de B, Zn, Fe e Mn, bem como, Stover et al. (1999) na produção de maçã, cv. McIntosh, com aplicação foliar de B na forma de Solubor e Zn na forma de quelato de zinco.

Foi demonstrado que o boro exhibe rápida e significativa mobilidade no floema de espécies como pera, maçã, cereja, aipo e azeitona as quais produzem polióis como fotossintético primário. Nestas espécies produtoras de polióis como o manitol, sorbitol e dulcitol as aplicações foliares desse nutriente podem ser utilizadas para corrigir deficiências de boro e suprir de boro a flor e o fruto. Repostas significativas à aplicação foliar desse nutriente na frutificação têm sido observadas em muitas espécies frutíferas em consequência desta mobilidade (BROWN; SHELP, 1997).

Em espécies onde não são encontrados esses açúcares como no caso de espécies da Família Vitaceae e em Citrus (ZIMMERMANN; ZIEGLER, 1975), a mobilidade do boro nas folhas é muito limitada como verificaram Boaretto et al. (2004) em plantas cítricas, isso porque nestas plantas o boro é pouco móvel no floema, por onde deveria ser transportado das folhas que recebem a adubação foliar para as partes jovens.

Quanto ao zinco, de acordo com Swietlik (2002), um pré-requisito essencial para respostas das plantas à aplicação foliar deste parece ser a presença de sintomas de deficiência como observado pelo autor em macieiras, citrus e videiras. Contudo, em folhas de laranjeiras Boaretto et al. (2003) observaram que a translocação do zinco é nula até cinco dias após aplicação e aos 30 dias após a aplicação 84% permaneciam nas folhas que receberam a aplicação, enquanto que 8% foi translocado para as partes novas.

Uma análise mais detalhada foi realizada por Boaretto et al. (1999) nas recomendações de adubação foliar prescritas nos boletins técnicos e aquelas contidas em folhetos de propaganda distribuídos por empresas que vendem adubo foliar para citros. Nas considerações dos autores constatou-se quanto aos micronutrientes quelatizados que as vantagens destes sobre os sais correspondentes são ainda discutíveis e não se pode afirmar que os aumentos da absorção foliar de nutrientes quando quelatizados elevam a produtividade

de frutos.

Dentro deste contexto deve-se considerar que a resposta das plantas à aplicação foliar de boro e zinco depende não somente das fontes utilizadas, mas também de outros fatores como os teores desses elementos no solo, bem como, a absorção, translocação e redistribuição dos mesmos nas folhas das espécies vegetais em que são utilizados.

3.4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

1. O ácido bórico com ou sem EDTA não foi eficiente no fornecimento de B à videira;
2. O sulfato de zinco com ou sem EDTA foi eficiente no fornecimento de Zn à videira;
3. Os aumentos dos teores foliares de zinco não foram suficientes para alterar os componentes da produção da videira;
4. O sulfato de zinco com EDTA promoveu uma elevação do número de bagas por cacho e nos teores da acidez total titulável.

3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C. A.; RAIJ, B. van. Adubação com micronutrientes, In: _____. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p.27 (Boletim técnico, 100).
- BARBOSA, W.; POMMER, C.V.; RIBEIRO, M.D.; VEIGA, R.F.A.; COSTA, A.B. Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p. 341-344, 2003.
- BASSO, C.; SUZUKI, A. Solos e nutrição. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Nashi: a pêra japonesa**. Florianópolis: EPAGRI, 2001. p. 139-160.
- BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, M.W. Adubação foliar corretiva e preventiva em citros, **Laranja**, Cordeirópolis, v.20, n.1, p.233-250, 1999.
- BOARETTO, A.E.; BOARETTO, R.M.; CONTIN, T.L.M.; MURAOKA, T. É móvel ou imóvel o boro em laranjeira?, **Laranja**, Cordeirópolis, v.25, n.1, p.195-208, 2004.
- BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T.; BOARETTO, R.M. Absorção e translocação de micronutrientes, aplicados via foliar, pelos citros, **Laranja**, Cordeirópolis, v.24, n.1, p.177-197, 2003.
- BROWN, P. H.; SHELPS, B.J. Boron mobility in plants. **Plant and Soil**, The Hague, v.193, p.85-101, 1997.
- CAETANO. A.A. **Estudo da eficiência de várias fontes dos micronutrientes, zinco, manganês e boro aplicados em pulverizações na laranjeira Valência (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)**. 1982. 46 f.. Dissertação (Mestrado-Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.

CANESIN, R.C.F.S.; CORRÊA, L.S. Uso de esterco associado à adubação mineral na produção de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.481-486, 2006.

CONCEIÇÃO, M.A.F.; MANDARINI NETO, J.; MAIA, J.D.G. Evapotranspiração da videira 'Niagara Rosada' em Jales-SP In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 9, 1999, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: EMBRAPA, 1999. p.157.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa-CNPS, 1999. 412p.

GUERREIRO, V.M. **Avaliação fenológica da videira cv. Niagara rosada na região de Selvíria-MS** f. 1997. Dissertação (Mestrado-Agronomia)-Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1997.

HERNANDEZ, F.B.T.; LEMOS FILHO, M.A.F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FE-Área de hidráulica e Irrigação, 1995, 45p. (Série irrigação, 01).

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 3 ed. São Paulo: IAL, 1985. v.1, 533p.

LOPES, A.S.; SOUZA, E.C.A. Filosofias e eficiência da aplicação. In: FERREIRA, M.E. et al. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: POTAFOS, 2001. p. 268.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Metodologia para análise de elementos em material vegetal. In: _____. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTOFÓS, 1997. p.231-308.

PROTAS, J.F.S.; CAMARGO, U.A.; MELO, L.M.R. A viticultura brasileira: realidade e perspectivas In: SIMPÓSIO MINEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 1, 2002, Caldas. **Anais...** Caldas: EPAMIG, 2002. p. 17-32.

QUAGGIO, J.A.; PIZA JUNIOR, C.T. Fruteiras tropicais. In: FERREIRA, M.E. et al. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: POTAFOS, 2001. p. 459-492.

RAIJ, B. van.; PIZA JUNIOR, C.T. Frutíferas, In: _____. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. p.123 (Boletim técnico, 100).

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J.C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Capinas: Instituto Agrônômico. 2001, 285p.

SANTOS, C.H.; DUARTE FILHO, J.; MODESTO, J.C.; GRASSI FILHO, H.; FERREIRA, G. Adubos foliares quelatizados e sais na absorção de boro, manganês e zinco na em laranja 'Pera'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.999-1004, 1999.

SOUSA, J. S. I. de, **Uvas para o Brasil**. 2. ed. Piracicaba: Fealq, 1996. 791p.

STOVER, E.; FARGIONE, M.; RISIO, R.; STILES, W.; IUNGERMAN, K. Prebloom foliar boron, zinc, and urea applications enhance cropping of some 'Empire' and 'McIntosh' apple orchards in New York. **HortScience**, St. Joseph, v. 34, n.2, 1999. <www.ashs.org/hortscience> Acesso em: 18 fev 2006.

SWIETLIK, D. Zinc Nutrition of fruit trees by foliar sprays. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 1, n. 594, p.123-129, 2002.

TERRA, N.M. Uvas rústicas para mesa, vinho e suco. In: RAIJ, B. van. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. p. 152. (Boletim técnico, 100).

TERRA, M. M. Nutrição e adubação para videira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE UVAS DE MESA: DO PLANTIO À COMERCIALIZAÇÃO, n.1, 2001, Ilha Solteira. **Anais...** Piracicaba: Algraf, [s.n.] 2001. p. 149-176.

TIRITAN, S.T. **Adubação foliar de micronutrientes em citros**. 1996. 64 f.. Dissertação (Mestrado-Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

USHA, K.; SINGH, B. Effect of macro and micro-nutrient spray on fruit yield and quality of grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Perlette. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.1, n. 94, p.197-202, 2002.

ZIMMERMANN, M.H.; ZIEGLER, H. List of sugar and sugar alcohols in sieve-tube Exudates. In: ZIMMERMANN, M.H., MILBURN, J.A. (Ed.). **Encyclopedia of plant physiology**. New York: Springer-Verlag, 1975. v. 1, Transport in Plants, I. Phloem Transport. p.480-503.

APÊNDICE: FOTOS DAS PANTAS UTILIZADAS NO EXPERIMENTO



(a) após a colheita



(b) em produção



(c) detalhes dos frutos

Figura1. Plantas de Pereira Japonesa cv. Okusankichi



(a) após a colheita



(b) em produção



(c) detalhes dos frutos

Figura 2. Plantas de Pinheira



(a) após a colheita



(b) em produção



(c) detalhes do cacho

Figura 3. Plantas de videira cv. Niagara Rosada.